ผลของกระบวนการให้ความร้อนสูงต่อปริมาณจุลินทรีย์ในซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว

The Effect of Thermal Processing for Microorganisms in Spices Sauce with Luem Pua Rice

จินดารัตน์ จักรสอน
นภาพรรณ ดำขำ
นันทวรรณ ลำชัยภูมิ

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

ผลของกระบวนการให้ความร้อนสูงต่อปริมาณจุลินทรีย์ในซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว

The Effect of Thermal Processing for Microorganisms in Spices Sauce with Luem Pua Rice

จินดารัตน์ จักรสอน
นภาพรรณ ดำขำ
นันทวรรณ ลำชัยภูมิ

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE EFFECT OF THERMAL PROCESSING FOR MICROORGANISMS IN SPICES SAUCE WITH LUEM PUA RICE

JINDARAT JAKSORN
NAPAPAN DUMKUM
NANTAWAN LUMCHAIPHUM

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIRMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ผลของกระบวนการให้ความร้อนสูงต่อปริมาณจุลินทรีย์ในซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว The effect of thermal processing for microorganisms in spices sauce with luem pua rice
ชื่อนักศึกษา	นางสาวจินดารัตน์ จักรสอน รหัสนักศึกษา 56050968 นางสาวนภาพรรณ ดำขำ รหัสนักศึกษา 56051009 นางสาวนันทวรรณ ลำชัยภูมิ รหัสนักศึกษา 56051014
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.อารี ฤทธิบูรณ์ ประธานกรรมการ	
ดร.สมพิศ สอนโยธา กรรมการ	
รศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ กรรมการ และอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

149542

หัวข้อโครงงานพิเศษ ผลของกระบวนการให้ความร้อนสูงต่อปริมาณจุลินทรีย์ในซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว
ชื่อนักศึกษา นางสาวจินดารัตน์ จักรสอน รหัสนักศึกษา 56050968
นางสาวนภาพรรณ ดำขำ รหัสนักศึกษา 56051009
นางสาวนันทวรรณ ลำชัยภูมิ รหัสนักศึกษา 56051014
ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา ชีววิทยา
คณะ วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา 2559
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของกระบวนการให้ความร้อนสูงต่อปริมาณจุลินทรีย์ในซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นของวัตถุดิบหลัก ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงโดยการสเตอริไลซ์ในเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นของวัตถุดิบหลัก พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 2.68×10^5 ถึง 4.50×10^6 cfu/g จำนวนยีสต์และรา อยู่ในช่วง 3.40×10^3 ถึง 2.50×10^6 cfu/g โดยพบในพริกเล็กมากที่สุด และไม่พบ *Bacillus cereus* ผลการศึกษาปริมาณข้าวลืมผัวที่เติมลงในซอสเครื่องเทศ ร้อยละ 5, 10 และ 15 พบว่าสูตรที่เหมาะสมที่สุด คือ สูตรที่เติมข้าวลืมผัวร้อยละ 10 ซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic Scale 9 Points จากนั้นบรรจุลงภาชนะปิดสนิทชนิดอ่อนตัว แล้วนำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี พบว่า ความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง (L*) ลดลง ในขณะที่ a* เพิ่มขึ้น ค่า b* ไม่เปลี่ยนแปลง a_w มีค่าลดลง และค่า pH ไม่เปลี่ยนแปลง ผลการวิเคราะห์ทางชีวภาพ ไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, จำนวนยีสต์และรา, โคลิฟอร์มและ *Escherichia coli, Bacillus cereus, Staphylococcus aureus, Salmonella* spp. และ *Clostridium perfringens*

คำสำคัญ: กระบวนฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง, ข้าวลืมผัว, ซอสเครื่องเทศ, ภาชนะปิดสนิทชนิดอ่อนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	The Effect of Thermal Processing for Microorganisms in Spice Sauce with Luem Pua Rice
Students	Miss Jindarat Jaksorn Student ID 56050968
	Miss Napapan Dumkum Student ID 56051009
	Miss Nantawan Lumchaiphum Student ID 56051014
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)
Department	Biology
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2016
Advisor	Assoc.Prof.Dr.Marisa Jutupornpipat

Abstract

The effect of thermal processing for microorganisms in spices sauce with luem pua rice had objectives to study initial microbial count of raw materials. This research studied on physical, chemical and biological characteristics, including the sensory quality of spices sauce with luem pua rice before and after high temperature process by sterilization in water spray retort. Analysis of initial microorganisms of raw materials showed that total plate count ranged from 2.68×10^5 to 4.50×10^6 cfu/g yeast and mold were in the range of 3.40×10^3 to 2.50×10^6 cfu/g, the highest count was observe in small chili and *Bacillus cereus* was not detected. The results of the study on levels of rice at 5, 10 and 15 percentage was found that the optimum formula was 10 percentage by Hedonic Scale 9 Points. Then obtained into a retort cup, sealed and sterilized at 120 ℃ for 30 minutes. The physical and chemical analysis showed that the viscosity increased, the L* value of the product decreased whereas it's a* value increased and the b* value did not change. In addition, the a_w value decreased and the pH value did not change. The total plate count, yeast and mold, coliform and *Escherichia coli*, *Bacillus cereus, Staphylococcus aureus, Salmonella* spp. and *Clostridium perfringens* was not detected.

Keyword: Luem pua rice, Retort cup, Spice sauce, Thermal processing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ความคิดเห็น แนวทางแก้ปัญหา ความเอาใจใส่ เมตตาและฝึกฝนประสบการณ์ต่างๆ ตลอดจนโครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.อารี ฤทธิบูรณ์ ประธานกรรมการโครงงานพิเศษที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และความช่วยเหลือตลอดจนโครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.สมพิศ สอนโยธา กรรมการโครงงานพิเศษที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และความช่วยเหลือตลอดจนโครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน และมอบความรู้ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การอบรมสั่งสอนเลี้ยงดู รวมถึงให้การศึกษาตั้งแต่เยาว์ จนมีโอกาสในการศึกษาต่อปริญญาตรี ตลอดจนกำลังใจที่ดีที่มีให้มาโดยตลอด รวมถึงผู้มีพระคุณที่มิได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ทุกท่าน สำหรับกำลังใจที่ดี และความช่วยเหลือเสมอมา

จินดารัตน์ จักรสอน
นภาพรรณ ดำขำ
นันทวรรณ ลำชัยภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข
กิตติกรรมประกาศ..... ค
สารบัญ..... ง
สารบัญตาราง..... ฉ
สารบัญรูป ..... ฎ
คำย่อ/สัญลักษณ์ ..... ฐ
บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... 2
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3
2.1 ข้าว 3
2.2 พริก..... 7
2.3 หอมแดง..... 10
2.4 พริกไทย..... 11
2.5 ลูกผักชี..... 13
2.6 ยี่หร่า..... 13
2.7 ถั่วลิสง..... 14
2.8 กะทิ..... 15
2.9 จุลินทรีย์ในอาหาร..... 16
2.10 จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค..... 24
2.11 การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอาหาร..... 30
2.12 สภาวะปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า..... 32
2.13 ภาชนะบรรจุปิดสนิท..... 46
2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 50
2.15 สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง..... 54
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 55
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 60
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 90
เอกสารอ้างอิง 92
ภาคผนวก ก อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์และสารเคมี..... 100
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ..... 112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี..... 116
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพ..... 119
ภาคผนวก จ การตรวจสอบลักษณะภายนอกและลักษณะทั่วไปของบรรจุภัณฑ์..... 129
ภาคผนวก ฉ แบบประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส..... 131
ภาคผนวก ช ตาราง MPN..... 135
ภาคผนวก ซ ผลการส่งตรวจวิเคราะห์ *Clostridium perfringens*..... 137
ภาคผนวก ฌ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ..... 139
ภาคผนวก ญ เครื่องมือ..... 174
ภาคผนวก ฎ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและประกาศกระทรวงสาธารณสุข..... 180
ประวัติผู้เขียน..... 205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 วัตถุดิบสำหรับทำซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว.....58
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของวัตถุดิบหลัก 60
4.2 ผลการทดสอบยืนยันทางชีวเคมีของเชื้อไอโซเลทในวัตถุดิบหลัก.....64
4.3 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืด และค่าสีในระบบ CIE Lab ของซอสเครื่องเทศ ก่อนกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงทั้ง 4 สูตร.....67
4.4 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าปริมาณน้ำอิสระ และค่าความเป็นกรดด่างของซอสเครื่องเทศ ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงทั้ง 4 สูตร.....68
4.5 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพในตัวอย่างซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....69
4.6 ผลการทดสอบยืนยันทางชีวเคมีของเชื้อไอโซเลทจากซอสเครื่องเทศ สูตรที่ 3 ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง 74
4.7 ผลการทดสอบยืนยันทางชีวเคมีของเชื้อไอโซเลทจากตัวอย่างซอสเครื่องเทศ สูตร 1, สูตร 2 และ สูตร 4 ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง 77
4.8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic Scale 9 Points.....80
4.9 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืด และค่าสีในระบบ CIE Lab ของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....82
4.10 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าปริมาณน้ำอิสระ และค่าความเป็นกรดด่างของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....82
4.11 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของตัวอย่างซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....84
4.12 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic Scale 9 Points.....89
ช1 ค่าเอ็มพีเอ็นต่อกรัมของตัวอย่างและค่า Confidence Intervals ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับการวิเคราะห์ที่ใช้อาหารเหลว 3 หลอด ที่แต่ละระดับความเจือจาง ซึ่งมีปริมาณ ตัวอย่าง 0.1, 0.01 และ 0.001 กรัม.....136
ฌ1 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของวัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตซอสเครื่องเทศ.....140
ฌ2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของวัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตซอสเครื่องเทศ.....141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ณ3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของวัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตซอสเครื่องเทศ.....141
ณ4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของวัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตซอสเครื่องเทศ.....142
ณ5 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทาง กายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าความหนืด.....142
ณ6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าความหนืด.....143
ณ7 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าความหนืด.....143
ณ8 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทาง กายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าสี $L^*a^*b^*$.....143
ณ9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าสี $L^*a^*b^*$.....144
ณ10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่า L*.....145
ณ11 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่า a*.....145
ณ12 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่า b*.....146
ณ13 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางเคมี ของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าปริมาณน้ำอิสระ.....146
ณ14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าปริมาณน้ำอิสระ.....147
ณ15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าปริมาณน้ำอิสระ.....147
ณ16 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางเคมี ของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าความเป็นกรดด่าง.....147
ณ17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าความเป็นกรดด่าง.....148
ณ18 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าความเป็นกรดด่าง.....148
ณ19 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินคุณภาพ ทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของซอสเครื่องเทศ.....149
ณ20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมิน จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของซอสเครื่องเทศ.....149

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฌ21 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของซอสเครื่องเทศ.....150
ฌ22 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนยีสต์และราของซอสเครื่องเทศ.....150
ฌ23 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ.....151
ฌ24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ.....152
ฌ25 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากลักษณะปรากฏ.....153
ฌ26 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากสี.....154
ฌ27 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากความหวาน.....154
ฌ28 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากความเผ็ด.....155
ฌ29 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากกลิ่น.....155
ฌ30 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากรสชาติ.....156
ฌ31 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากความข้นหนืด.....156
ฌ32 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากความชอบโดยรวม.....157
ฌ33 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าความหนืด.....157
ฌ34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าความหนืด.....158
ฌ35 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าความหนืด.....158
ฌ36 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าสี $L^*a^*b^*$.....159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฌ37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าสี $L^*a^*b^*$.....160
ฌ38 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่า L*.....160
ฌ39 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่า a*.....161
ฌ40 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่า b*.....161
ฌ41 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าปริมาณน้ำอิสระ.....162
ฌ42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าปริมาณน้ำอิสระ.....162
ฌ43 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าปริมาณน้ำอิสระ.....163
ฌ44 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าความเป็นกรดด่าง.....163
ฌ45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าความเป็นกรดด่าง.....164
ฌ46 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าความเป็นกรดด่าง.....164
ฌ47 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....165
ฌ48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....165
ฌ49 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....166

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฌ50 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนยีสต์และราของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....166
ฌ51 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....167
ฌ52 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....168
ฌ53 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากลักษณะปรากฏ.....169
ฌ54 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากสี.....170
ฌ55 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศที่มีก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากความหวาน.....170
ฌ56 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากความเผ็ด.....171
ฌ57 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากกลิ่น.....171
ฌ58 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากรสชาติ.....172
ฌ59 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากความข้นหนืด.....172
ฌ60 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากความชอบโดยรวม.....173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว.....5
2.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และเครื่องฆ่าเชื้อ.....36
2.3 ตัวอย่างเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน (Horizontal Water Spray Retorts).....43
2.4 โครงสร้างของ Retort Pouch.....48
2.5 รีทอร์ตเพาช์รูปแบบต่างๆ.....49
4.1 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) สำหรับการตรวจจุลินทรีย์ทั้งหมดในวัตถุดิบหลัก.....61
4.2 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) สำหรับการตรวจจำนวนยีสต์และราในวัตถุดิบหลัก.....62
4.3 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar (MYP) สำหรับการตรวจจำนวน *B. cereus* ในวัตถุดิบหลัก.....62
4.4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่พบการเจริญบนอาหาร MYP ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1,000 เท่า ของวัตถุดิบหลักทั้ง 4 ชนิด.....63
4.5 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Phenol Red Glucose Broth ในวัตถุดิบหลัก.....64
4.6 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Nitrate Broth ในวัตถุดิบหลัก.....64
4.7 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Motility Test Medium ในวัตถุดิบหลัก.....65
4.8 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร MYP Agar ในวัตถุดิบหลัก.....65
4.9 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) สำหรับการตรวจจุลินทรีย์ทั้งหมดในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....70
4.10 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) สำหรับการตรวจยีสต์และราในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....71
4.11 ตัวอย่างการเกิดแก๊สขั้นแรกในอาหาร LST.....71
4.12 ตัวอย่างการทดสอบในขั้นยืนยันในอาหาร BGLB และ EC Broth.....72
4.13 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol-Egg Yolk-Polymyxin Agar (MYP) สำหรับการตรวจ *B. cereus* ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....73
4.14 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่พบการเจริญบนอาหาร MYP ของสูตรที่ 3 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1,000 เท่า.....73
4.15 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Phenol Red Glucose Broth ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง.....74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.16 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Nitrate Broth ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง....74
4.17 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Motility Test Medium ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง....75
4.18 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร MYP Agar ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง....75
4.19 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Baird-Parker Agar (BPA) สำหรับการตรวจ *S. aureus* ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง....76
4.20 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Xylose Lysine Desoxycholate Agar (XLD) สำหรับการตรวจ *Salmonella* spp.ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง....76
4.21 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่พบการเจริญบนอาหาร XLD ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1,000 เท่า ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง....77
4.22 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Triple Sugar Iron Agar (TSI) ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง....78
4.23 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Lysine Iron Agar (LIA) ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง....78
4.24 ลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท....83
4.25 ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั่วไปในซอสเครื่องเทศหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง....84
4.26 ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรคในซอสเครื่องเทศหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง....86
ข1 เครื่อง Brookfield viscometer Model DV....113
ข2 เครื่องวัดสี Minolta CR-300....114
ค1 เครื่อง AquaLab Series 3....117
ค2 เครื่อง Mettler Tdledo SevenGO Pro....118
ช1 ผลการส่งตรวจวิเคราะห์ *Clostridium perfringens*....138
ญ1 ตู้ปลอดเชื้อ ยี่ห้อ Heal Force....175
ญ2 ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์....176
ญ3 ลักษณะของหม้อนึ่งอัดไอ....177
ญ4 ลักษณะของตู้บ่มเชื้อ....178
ญ5 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath)....179

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
CFU	Colony Forming Unit
MPN	Most Probable Number
cP	**Centipoise**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ซอสเครื่องเทศเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมในการนำมาทานคู่หรือผสมกับอาหารในปัจจุบัน เนื่องจากมีรสชาติที่กลมกล่อมและมีสีที่กลมกลืน โดยอาหารประเภทนี้เป็นที่นิยมบริโภคกันแพร่หลายทั้งในชาวไทยและชาวต่างชาติ หัวใจหลักในการปรุงอยู่ที่ซอสเครื่องเทศซึ่งทำให้อาหารแต่ละชนิดมีกลิ่นรสและสีสันที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวแตกต่างกันไป นอกจากนี้ซอสเครื่องเทศยังสามารถนำไปปรุงเป็นอาหารอย่างอื่นได้อีกหลายชนิด เช่น เป็นน้ำราดสเต็ก และหน้าพิซซ่า หรือจะนำไปผัดรวมกับเนื้อสัตว์ประเภทต่างๆ ซึ่งก็ได้รับความนิยมอย่างมากเช่นเดียวกัน ในการผลิตซอสเครื่องเทศต้องคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการที่ดีจึงได้เลือกใช้ข้าวสายพันธุ์ข้าวลืมผัวเป็นส่วนผสมหลัก ซึ่งข้าวลืมผัวประกอบด้วยสารพฤษเคมีทั้งที่เป็นสารปฐมภูมิและสารทุติยภูมิ สารปฐมภูมิที่สำคัญได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ส่วนสารทุติยภูมิ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก วิตามิน แร่ธาตุ และสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ โพลีฟีนอลแอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ ไฟเตท ออไรซานอล และวิตามินอี เป็นต้น ซึ่งสารหรือรงควัตถุสีดำ หรือสีในโทนม่วงดำที่พบในข้าวทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการเกิดโรคต่างๆในมนุษย์ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ เป็นต้น นอกจากนี้เมล็ดข้าวยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระรวม สารเหล่านี้ได้แก่ แอนโทไซยานิน และแกมมาโอไรซานอล วิตามิน เช่น วิตามินอี ธาตุอาหารเช่น เหล็ก แคลเซียม แมงกานีส โดยโครงงานพิเศษนี้ซอสเครื่องเทศได้นำข้าวสายพันธุ์ข้าวลืมผัวมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ประสิทธิภาพทางประสาทสัมผัส และเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการบริโภค

การใช้ความร้อนเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมในการแปรรูปอาหารเพื่อให้อาหารมีคุณภาพการบริโภคตามต้องการ การใช้ความร้อนเป็นวิธีในการถนอมรักษาอาหารโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อยับยั้งการเน่าเสียของอาหารและการสร้างสารพิษจากจุลินทรีย์ในอาหาร ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่มีอยู่ในอาหาร ซึ่งการใช้ความร้อนที่ระดับสูงกว่าจุดเดือดเรียกว่า การสเตอริไลซ์ ความร้อนจะทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศโดยผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้อง ความร้อนที่ระดับสูงกว่าจุดเดือดนี้จำเป็นต้องใช้ความดันไอน้ำช่วยทำให้อุณหภูมิในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อสูงกว่าจุดเดือด แต่การให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนและมีผลต่อคุณภาพด้านอื่น เช่น สี และกลิ่นรส

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 200 พ.ศ.2543 เรื่อง ซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ประเภทซอสชนิดต่างๆ ซึ่งระบุไว้ว่าต้องตรวจพบจำนวน *Bacillus cereus* ไม่เกิน 500 ในอาหาร 1 กรัม, *Clostridium perfringens* ไม่เกิน 1,000 ในอาหาร 1 กรัม, *Staphylococcus aureus* ไม่พบในอาหาร 0.1 กรัม และตรวจไม่พบ *Salmonella* spp. ในอาหาร 25 กรัม แต่อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของอาหารโดยโครงงานพิเศษนี้มีจุดประสงค์ 1) เพื่อศึกษาจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นของวัตถุดิบหลักที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว 2) เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง และ 3) เพื่อศึกษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงโดยการสเตอริไลซ์ในเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อศึกษาจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นของวัตถุดิบหลักที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว
2) เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงโดยการสเตอริไลซ์ในเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน
3) เพื่อศึกษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงโดยการสเตอริไลซ์ในเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) ศึกษาจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นของวัตถุดิบหลักที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว ได้แก่ ข้าวลืมผัว พริก และหอมแดง
2) เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ได้แก่ ความหนืด และค่าสี
3) เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ และความเป็นกรดด่าง
4) เพื่อศึกษาคุณภาพทางชีวภาพของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา, โคลิฟอร์ม และ *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus, Salmonella* spp. และ *Clostridium perfringens*
5) เพื่อศึกษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง เช่น สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส เป็นต้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงประสิทธิภาพของเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน ในการยับยั้งหรือทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวและสามารถนำผลการวิจัยไปสู่แนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิต ทั้งทางด้านการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความปลอดภัยและมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันอาหารสำเร็จรูปมีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของคนไทย เนื่องจากมีการใช้ชีวิตประจำวันที่เร่งรีบ ในการที่จะเลือกรับประทานอาหารนอกจากจะต้องเลือกอาหารที่รวดเร็วแล้วยังต้องคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการทางอาหารที่ครบถ้วนอีกด้วย ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศพร้อมบริโภคจึงน่าจะตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคทำให้ผู้บริโภคได้รับความสะดวกสบายในการบริโภคมากขึ้น

2.1 ข้าว

ความสำคัญของข้าว

ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของโลก โดยเฉพาะในทวีปเอเชียที่นิยมบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก โดยส่วนใหญ่แล้วข้าวจะถูกบริโภคในลักษณะข้าวหุงสุก ซึ่งพบว่าในแต่ละปีมีการบริโภคและใช้ประโยชน์จากข้าวเพิ่มมากขึ้นทุกปี การผลิตเดือนพฤศจิกายน 2554/55 กระทรวงเกษตร ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ประเมินเบื้องต้นว่า ทั่วโลกจะมีปริมาณการบริโภคและใช้ประโยชน์จากข้าวเพิ่มขึ้นจากปีการผลิตเดือนพฤศจิกายน 2553/54 จำนวน 12.268 ล้านตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.75 และพยากรณ์ว่าในปีการผลิต 2555/56 ทั่วโลกจะมีปริมาณการบริโภคและใช้ประโยชน์จากข้าวโดยรวมเพิ่มขึ้นจากปี 2554/55 ร้อยละ 2.29 ในปีการผลิตเดือนพฤศจิกายน 2554/55 ผลผลิตข้าวสารรวมทั่วโลกมีจำนวน 464.785 ล้านตัน ประเทศที่มีผลผลิตข้าวสารรวมมากที่สุด คือ จีน (ร้อยละ 30.27) รองลงมาคือ อินเดีย (ร้อยละ 22.44) อินโดนีเซีย (ร้อยละ 7.85) บังคลาเทศ (ร้อยละ 7.25) เวียดนาม (ร้อยละ 5.78) ไทย (ร้อยละ 4.40) พม่า (ร้อยละ 2.33) และฟิลิปปินส์ (ร้อยละ 2.30) ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยมีผลผลิตเป็นลำดับที่ 6 คือ มีผลผลิตข้าวสารรวม 20.5 ล้านตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 0.4 ล้านตันหรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 สำหรับประเทศไทยนั้น ในปี 2555 มีการส่งออกข้าวสารประมาณ 6.5 ล้านตัน ซึ่งจัดว่าเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่อันดับที่สาม รองลงมาจากประเทศอินเดียและเวียดนาม อย่างไรก็ตามในปี 2556 กระทรวงเกษตร ประเทศสหรัฐอเมริกา คาดว่าปริมาณการส่งออกข้าวสารของไทยจะอยู่ที่ประมาณ 8 ล้านตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 23.08 ซึ่งจะส่งผลให้ประเทศไทยกลับมาเป็นผู้ส่งออกอันดับที่หนึ่งของโลกอีกครั้ง โดยคาดว่าประเทศเวียดนามจะเป็นอันดับที่สองโดยมีปริมาณการส่งออก 7 ล้านตัน และประเทศอินเดียเป็นอันดับที่สามด้วยปริมาณการส่งออก 6.5 ล้านตัน (กรมการข้าว, 2555)

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับข้าว

ข้าวเป็นธัญชาติชนิดหนึ่ง ซึ่งได้มาจากเมล็ดของธัญพืชพวกหญ้า วงศ์แกรมินีอี (Gramineae) มีลำต้นเป็นไม้เนื้ออ่อน เป็นพืชล้มลุกที่มีอายุเพียงหนึ่งปี (Annual Grass) มีใบชนิดใบเลี้ยงเดี่ยว (Monocotyledon) มีรากเป็นระบบรากฝอย (Fibrous Root System) สามารถเจริญเติบโตได้ในลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศที่แตกต่างกันทั้งในเขตร้อน (Tropical Zone) และเขตอบอุ่น (Temperate Zone) ตั้งแต่พื้นที่น้ำท่วมสูงไปจนถึงพื้นที่สูงตามไหล่เขา ซึ่งทำให้เกิดความหลากหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของข้าวชนิดต่างๆ ที่แพร่กระจายไปทั่วโลกซึ่งพบว่ามีอย่างน้อย 23 ชนิด ซึ่งมีเพียง 2 ชนิด ที่มนุษย์ปลูกเพื่อบริโภค คือ ข้าวเอเชีย (*Oryza sativa* Linn.) และข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima* Steud.) การแบ่งกลุ่มของพันธุ์ข้าวอาจแบ่งตามสภาพภูมิอากาศ และสายพันธุ์ข้าว (อรอนงค์, 2547) ได้ดังนี้คือ

1. กลุ่มข้าวอินดิกา (Indica) ได้แก่ ข้าวเมล็ดยาว หรือยาวปานกลาง ซึ่งจะปลูกทั่วไปบริเวณเขตร้อน เช่น ไทย อินเดีย และฟิลิปปินส์ เป็นต้น

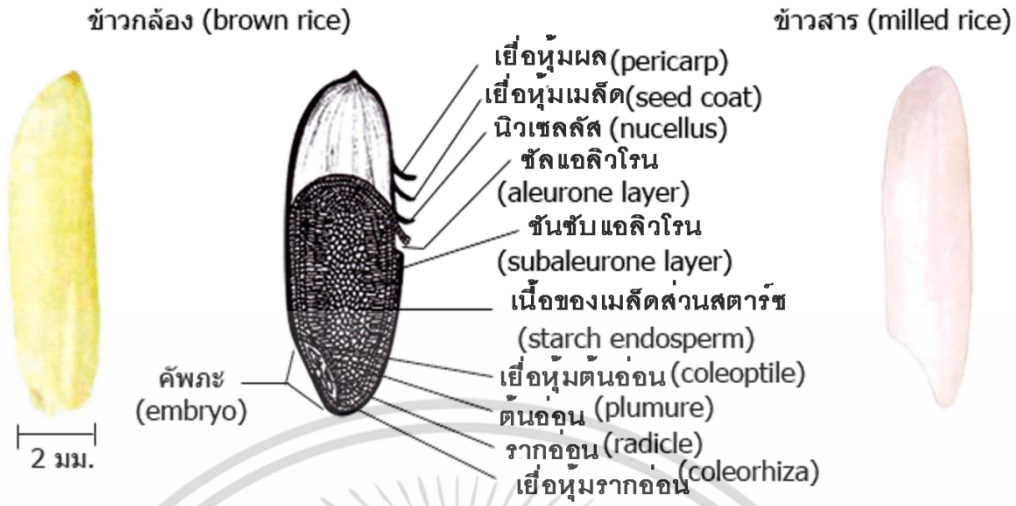
2. กลุ่มข้าวจาปอนิกา (Japonica) ได้แก่ ข้าวเมล็ดสั้น ซึ่งจะปลูกทั่วไปบริเวณเขตกึ่งร้อน เขตอบอุ่น และเขตที่มีอากาศเย็น เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี และจีนตอนเหนือ เป็นต้น

3. กลุ่มข้าวจาวานิกา (Javanica) ได้แก่ ข้าวที่มีลักษณะอยู่ระหว่างข้าวอินดิกา และจาปอนิกา เมล็ดสั้น ซึ่งจะปลูกทั่วไปบริเวณเส้นศูนย์สูตร เช่น อินโดนีเซีย

ข้าวลืมผัว

ข้าวเหนียวลืมผัว เป็นข้าวเหนียวนาปีของกลุ่มชาติพันธุ์ชาวม้ง บ้านรวมไทยที่ 3 ตำบลรวมไทยพัฒนา อำเภอพบพระ จังหวัดตาก ปลูกในสภาพไร่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 650 เมตร และได้มีกลุ่มชาติพันธุ์ม้งนำเมล็ดพันธุ์มาปลูกในบริเวณรอยต่อระหว่างอำเภอนครไทยและอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก ต่อมาปี 2533 นายพนัส สุวรรณธาดา ตำแหน่งในขณะนั้น คือ เจ้าพนักงานการเกษตร 5 ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก (เกษียณอายุราชการในตำแหน่งเจ้าพนักงานการเกษตร 6 ศูนย์วิจัยข้าวนครราชสีมา ปี 2551) ไปปฏิบัติการราชการโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริภูขัด ภูเมี่ยง ภูสอยดาว บริเวณอำเภอนครไทยและอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก ได้พบและสนใจจึงรวบรวม และนำมาปลูกเปรียบเทียบกับข้าวที่ปลูกจากแหล่งเดิม (อำเภอพบพระ) และคัดเลือกพันธุ์ให้บริสุทธิ์ ระหว่างปี 2534-2535 ณ ส่วนแยกของสถานีทดลองพืชสวนดอยมูเซอ อำเภอพบพระ จังหวัดตาก เพื่อใช้ในโครงการตามพระราชเสาวนีย์ของสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ เมื่อคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์แล้วได้มอบเมล็ดพันธุ์ให้นายไชยวัตน์ วัฒนไชย ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตรในขณะนั้น (เกษียณอายุราชการในตำแหน่ง รองอธิบดีกรมการข้าวปี 2552 ปัจจุบันเป็นที่ปรึกษาอธิบดีกรมการข้าว) สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถที่เสด็จมาเยี่ยมชมโครงการฯ จากนั้นนายพนัส สุวรรณธาดา จึงได้ทำแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ในปี 2539 แล้วนำเมล็ดพันธุ์ที่ได้ไปให้กลุ่มชาติพันธุ์ชาวม้ง ที่ตำบลรวมไทยพัฒนา อำเภอพบพระ จังหวัดตาก ซึ่งเป็นแหล่งปลูกดั่งเดิม ปลูกขยายพันธุ์เพื่อใช้เป็นประโยชน์ต่อไป แต่เมื่อเวลาผ่านไป ด้วยวิธีการปลูกแบบชาวเขาที่มักปลูกข้าวหลายพันธุ์ใกล้กันหรือปลูกด้วยกัน ทำให้ข้าวเหนียวลืมผัวมีเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์อื่นปน และไม่เป็นพันธุ์บริสุทธิ์ในปี 2550 ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกและศูนย์วิจัยข้าวแพร่ จึงได้เริ่มทำการคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์อีกครั้ง เริ่มจากการคัดเลือกแบบหมู่ (Mass Selection) และคัดเลือกรวงในปี 2551 เพื่อมาทำเป็นพันธุ์บริสุทธิ์โดยปลูกแบบรวงต่อแถว แล้วนำไปเปรียบเทียบผลผลิตเบื้องต้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก ทดสอบการปรับตัวในแปลงเกษตรที่อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ปลูกเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานี และในนาราษฎร์ วิเคราะห์คุณค่าเมล็ดทางโภชนาการ ทดสอบปฏิกิริยาตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน ทดสอบปฏิกิริยาต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ เคมี คุณภาพสี การหุงต้มรับประทานและทำลายพิมพ์เอกลักษณ์ (DNA Fingerprint) ในเมล็ดข้าวลืมผัวจะอุดมด้วยสารอาหารมากมาย แต่จะพบมากที่สุด คือ ที่จมูกข้าวและราข้าว ส่วนเนื้อเมล็ดข้าวสีขาวเกือบทั้งหมดเป็นแป้งและน้ำตาล (วิลาสินี, 2556) ดังแสดงในรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

ที่มา: http://www.organicricedelivery.com/article/12/สรีรวิทยาของข้าว-ส่วนประกอบของต้นข้าว-เมล็ดข้าว

เมล็ดข้าวดำประกอบไปด้วยสารพฤกษเคมีทั้งที่เป็นสารปฐมภูมิและสารทุติยภูมิ สารปฐมภูมิที่สำคัญ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ส่วนสารทุติยภูมิ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก วิตามิน แร่ธาตุ และสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ โพลีฟีนอล แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ ไฟเตท ออไรซานอล และวิตามินอี เป็นต้น (อรอนงค์, 2547) ซึ่งสารหรือรงควัตถุสีดำหรือสีในโทนม่วงดำที่พบในข้าวทำหน้าที่ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการเกิดโรคต่างๆ ในมนุษย์ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ เป็นต้น จากการศึกษาพบว่ารงควัตถุเหล่านี้ถูกจัดอยู่ในรงควัตถุประเภทฟลาโวนอยด์ โดยเฉพาะกลุ่มแอนโทไซยานิน มีรายงานการวิจัยพบว่าข้าวดำเป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอลิก และแอนโทไซยานินสูงกว่าข้าวขาว สามารถยับยั้งสารก่อมะเร็ง สารก่อการกลายพันธุ์ เพิ่มประสิทธิภาพของระบบภูมิคุ้มกัน ช่วยลดการอักเสบของเนื้อเยื่อ ลดความเสี่ยงของโรคมะเร็งและโรคหัวใจ บรรเทาโรคเบาหวาน ลดไขมันอุดตันในเส้นเลือดที่หัวใจและสมอง ข้าวเหนียวดำ นอกจากจะประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรต ไขมัน ไฟเบอร์ วิตามินเอ วิตามินบี เหล็ก แคลเซียม รวมทั้งโปรตีนและวิตามินอีอีกเล็กน้อยแล้ว ยังมีสารพฤกษเคมีที่สำคัญอย่างมาก คือ สารสีม่วงแดงของเปลือกหุ้มเมล็ด ได้แก่ แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) และแกมมาโอไรซานอล (Gamma Oryzanol) โดยสารประกอบแอนโทไซยานิน ได้แก่ Cyanidin-3-O-β-D-Glucoside และ Pelagonidin-3-O-β-D-Glucoside ซึ่งมีความสำคัญในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกาย ช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิต ชะลอการเสื่อมของเซลล์ร่างกาย ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งปอด และสารเหล่านี้เชื่อกันว่าไม่พบในข้าวขาว (วิลาสินี, 2556)

1. ลักษณะประจำพันธุ์ เป็นข้าวเหนียวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้องสีดำ เก็บเกี่ยวประมาณกลางเดือนตุลาคม ลักษณะทรงกอตั้งต้นแข็ง ไม่ล้มง่าย ปล้องสีเหลืองอ่อน กาบและใบสีเขียว ลิ้นใบสีน้ำตาลอ่อน หูใบสีเหลืองน้ำตาล ใบธงหักลง คอรวงยาว รวงคอค่อนข้างแน่น กลีบดอกระยะออกรวงร้อยละ 50 มีสีเขียวอ่อน เมื่อระยะน้ำนมกลีบดอกเปลี่ยนสีเป็นแถบสีม่วงบนพื้นสีเขียวอ่อน ต่อมาเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าสู่ระยะแป้งแข็ง สีกลีบดอกจะเปลี่ยนเป็นสีฟางแถบม่วงดำ และเมื่อข้าวอยู่ในระยะสุกแก่ สีเปลือกและสีเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีฟางแถบดำ ความสูงเฉลี่ย 151 เซนติเมตร น้ำหนักข้าวเปลือก 10.4 กิโลกรัมต่อถัง เปลือกเมล็ดสีฟางแถบดำ ข้าวเปลือกยาว 10.7 มิลลิเมตร หนา 1.9 มิลลิเมตร คุณภาพการสีดี ได้ข้าวเมล็ดเต็มและต้นข้าวร้อยละ 48.2 คุณภาพเมล็ดทางเคมี การสลายเมล็ดในด่างที่ KOH ร้อยละ 1.4 และ 1.7 อัตราการยืดตัวปกติ ระยะพักตัว 5 สัปดาห์

2. ลักษณะเด่น ได้แก่ เมล็ดที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระรวม ได้แก่ แอนโทไซยานิน และแกมมาออไรซานอล กรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น โอเมก้า 3 โอเมก้า 6 และโอเมก้า 9 วิตามิน เช่น วิตามินอี ธาตุอาหาร เช่น เหล็ก แคลเซียม แมงกานีส และข้าวกล้องเมื่อหุงสุกจะมีกลิ่นหอม ลักษณะสัมผัสเมื่อแรกเคี้ยวจะกรุบ หนึบ ภายในนุ่มเหนียว

3. พื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูก จะเป็นสภาพไร่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินดีที่ระดับความสูงประมาณ 400-800 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ข้อควรระวังหรือข้อจำกัด คือ ข้าวพันธุ์นี้จะอ่อนแอต่อโรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยกระโดดหลังขาว (อัจฉราพร และอภิชาติ, 2553)

4. ประโยชน์ของสารบางชนิดในข้าวกล้องมีสี ดังนี้

4.1 Omega-3 (Linolenic Acid) เป็นกรดไขมันที่ช่วยควบคุมการขนส่งของสารอาหารต่างๆที่จำเป็นต่อการป้องกันและรักษาโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคอัมพาต ลดการอักเสบของโรคไขข้อเสื่อม รูมาตอยด์ ปวดหัวไมเกรน ปวดประจำเดือน เพิ่มภูมิคุ้มกันร่างกาย และลดอาการของโรคภูมิแพ้

4.2 Omega-6 (Linoleic Acid) ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจ ลดการแข็งตัวของเลือด ลดอัตราการเกิดโรคความดันโลหิตสูง ลดการขยายตัวของเซลล์มะเร็ง ช่วยบำรุงตับ ป้องกันโรคสมองเสื่อมหรือโรคอัลไซเมอร์ ลดระดับคอเรสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ แต่เพิ่มระดับ HDL ในเลือด

4.3 Omega-9 (Oleic Acid) หรือเลติซิน มีหน้าที่สำคัญ คือ ลดคอเรสเตอรอลโดยรวม ทำให้เส้นเลือดไม่อุดตัน ไม่เป็นโรคหัวใจ บำรุงสมอง ช่วยให้ความจำดี ไม่เป็นโรคสมองเสื่อม ไม่เป็นโรคพาร์กินสัน และยังช่วยลดความอ้วนได้อีกด้วย

4.4 Niacin (วิตามินบี 3) ใน Lipid metabolism, Tissue respiration และ Glycogenolysis ดังนั้น Nicotinic acid ในปริมาณสูงๆ จึงสามารถลดระดับคอเรสเตอรอลในเลือดได้

4.5 Vitamin E (Alpha-Tocopherol) Toco-pherol และ Toco-trienol เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จึงช่วยลดสภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งได้ และยังช่วยลดคอเรสเตอรอลที่อุดตันในเส้นเลือด ในกลุ่มเส้นเลือดไปเลี้ยงไต กรดไขมัน ยูริกในเลือดลดลง ลดเลือดคลั่งตามเท้า

4.6 Gamma Oryzanol มีประสิทธิภาพในการลดระดับคอเรสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ ทั้งในเลือดและในอวัยวะต่างๆ ทำให้หลอดเลือดไม่มีไขมันอุดตัน

4.7 Phytate เกลือของกรดไฟติก (Phytic acid) โดยธรรมชาติกรดไฟติกจะมีความสามารถในการจับกับสังกะสี และธาตุเหล็กสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 Iron ธาตุเหล็กป้องกันโรคโลหิตจาง มีความจำเป็นมากสำหรับเด็กที่กำลังเจริญเติบโตและสตรีมีครรภ์ เด็กที่ขาดธาตุเหล็กจะมีพัฒนาการทางร่างกายลดลง สมาธิและสติปัญญาในการเรียนรู้ต่ำ

4.9 Anthocyanin แอนโทไซยานินสามารถช่วยลดการอักเสบของเนื้อเยื่อ ช่วยลดไขมันอุดตันในเส้นเลือดที่หัวใจและสมอง บรรเทาโรคเบาหวาน ช่วยบำรุงสายตา มีประสิทธิภาพในการ Antioxidation ได้ดีกว่าวิตามินอีมาก และยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งได้ (พานิชย์, 2554)

2.2 พริก (Chili)

Capsicum หรือ Cayenne Pepper เป็นพริกแห้งซึ่งได้จาก *Capsicum annuum* Linn. (*C. annuum* L.) ในทางการค้าบางครั้งเรียกว่า Red chilies หรือ Red Peppers ในบ้านเราเรียกว่าพริกแดงหรือพริกชี้ฟ้า

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

พริกเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ จัดอยู่ในวงศ์ Solanaceae ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกับพวกมะเขือ มันฝรั่งและยาสูบ พืชในวงศ์นี้มีอยู่ประมาณ 90 สกุล (gene) 2,000 ชนิด (Species) โดยทั่วไปเป็นได้ทั้งพืชล้มลุก ไม้พุ่ม และไม้ยืนต้นขนาดเล็ก สำหรับพริกจัดอยู่ในสกุล Capsicum ซึ่งประกอบด้วยพืชชนิดต่างๆประมาณ 20-30 ชนิด ลักษณะของพริกโดยทั่วไปมีลำต้นตรง ส่วนความสูงของต้นหรือพุ่มขึ้นอยู่กับชนิดของพริก ใบพริกมีลักษณะแบนและเรียบเป็นมัน ดอกเป็นแบบสมบูรณ์เพศ จึงสามารถผสมในดอกเดียวกันได้ สำหรับผลพริกมีหลายขนาดขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ผลอ่อนมักมีสีเขียวเข้ม หลังจากนั้นจะเปลี่ยนสีเป็นสีแดงหรือสีเหลืองเมื่อผลสุก

สาระสำคัญในพริก

พริกประกอบด้วยสารที่มีรสเผ็ดร้อนตั้งแต่ร้อยละ 0.1 ถึง 1 สารที่มีรสเผ็ดร้อนคือ Capsaisin, Dihydrocapsaicin, Nordihydrocapsaicin, Homocapsaicin และ Homodihydro capsaicin สองชนิดหลังเป็นสารที่มีปริมาณน้อย สารที่มีรสเผ็ดร้อนเหล่านี้อยู่บริเวณไส้ (Dissepiment) ของผล มิใช่อยู่ที่เมล็ด สารอื่นๆที่พบมี Carotenoids ซึ่งประกอบด้วย Capsanthin, Capsorubin, Carotene, Luteolin ฯลฯ ไขมัน โปรตีน วิตามินเอและซี มีน้ำมันหอมระเหย (Volatile Oil) ในปริมาณน้อย ประกอบด้วยสารต่างๆถึง 125 ชนิด บางชนิดยังไม่สามารถทดสอบได้ว่าเป็นสารอะไร ในบรรดาสารที่ได้ทำการทดสอบและทราบชนิดของสารได้แก่ 4-methyl-l-pentyl-2-methyl butyrate, 3-methyl-l-pentyl-3-methyl butyrate และ Isohexyl Isocaproate

พริกเมื่อสัมผัสผิวหนังจะทำให้รู้สึกร้อน ถ้าสัมผัสผิวหนังบริเวณที่มีความไว เช่น ผิวหนังบริเวณริมฝีปาก รูจมูก เปลือกตา จะทำให้รู้สึกปวดแสบปวดร้อนมาก แต่ก็ไม่ทำให้ผิวหนังเป็นตุ่มพอง (Vesicant) ยาดองเหล้าจากพริกมีพิษและเกิดความระคายเคืองต่อเยื่อเมือกในระดับปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรรพคุณของพริก

ในยาพื้นบ้านใช้เป็นยาขับลม บำรุงธาตุ แก้อาการเป็นตะคริวเพราะพริกจะไปกระตุ้นทำให้รู้สึกร้อน ได้มีผู้ทดลองนำสารสกัดจากพริกให้หนูกินจำนวน 500 มิลลิกรัมต่อิโลกรัม พบว่าจะทำให้ระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดลดลงได้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากสารที่พบในพริกไปยับยั้งการดูดซึมน้ำตาลที่ลำไส้เล็ก และกระตุ้นให้ร่างกายมีเมตาบอลึซึมของน้ำตาลกลูโคสสูงขึ้น จากการศึกษาต่อมาพบว่า Capsaicin มีผลต่อการทำงานของ Mitochondria อีกด้วย โดยจะยับยั้งการสร้างพลังงานใน Mitochondria ซึ่งเป็นการยับยั้งการส่งผ่านอิเล็กตรอนของ Nicotinamide Adenine Nucleotide ไปสู่ Coenzyme Q เป็นผลให้เซลล์สร้างพลังงานได้น้อยลง

การยับยั้งจุลินทรีย์ของพริก

พริกจะช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ แต่ขึ้นอยู่กับสารที่ทำให้เกิดความเผ็ดร้อน ดังนั้นพริกชนิดใดมีความเผ็ดร้อนมากกว่า ก็จะสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีกว่า สารดังกล่าวคือ Capsaicin ซึ่งจะพบมากที่ผนังชั้นในของพริก พริกขี้หนูเม็ดสั้นจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด รองลงมาคือพริกขี้หนูเม็ดยาว และพริกชี้ฟ้า พริกขี้หนูเม็ดสั้นจะยับยั้งการเจริญของ *Salmonella washington, E. coli, Sarcina lutea* และ *Lactobacillus* ได้ดีที่สุด (ฐิตินันท์, 2552)

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารที่ให้ความเผ็ดในพริก

Maga (1975) รายงานว่า ปริมาณสารที่ให้ความเผ็ดในพริกมีความแตกต่างกัน และขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น พันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว แหล่งปลูก สภาพอากาศ ฤดูกาลที่เพาะปลูก และการดูแลรักษา เป็นต้น โดยพบว่าระยะการแก่ของผลพริกเกี่ยวข้องกับปริมาณสารที่ให้ความเผ็ด โดยผลอ่อนจะมีปริมาณสารที่ให้ความเผ็ดน้อยมาก ปริมาณสารที่ให้ความเผ็ดจะเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 50 ในระยะผลแก่ ซึ่งสอดคล้องกับ Iwai *et al*. (1979) ที่พบว่าผลพริกจะมีปริมาณสารที่ให้ความเผ็ดสูงสุดเมื่ออยู่ในระยะแก่ (ผลเปลี่ยนเป็นสีแดง) ทั้งนี้ Kim *et al*. (2000) ได้อธิบายไว้ว่าในช่วงที่ผลพริกมีการเจริญเติบโต เอนไซม์ Capsaicinoid Synthetase ซึ่งทำหน้าที่ในกระบวนการสร้างสารที่ให้ความเผ็ดจะยังทำงานได้ไม่เต็มที่ ทำให้ปริมาณสารที่ให้ความเผ็ดในพริกมีปริมาณน้อย แต่หลังจากที่ผลพริกมีขนาดโตเต็มที่และเริ่มมีการแก่แล้ว เอนไซม์ Capsaicinoid Synthetase จึงจะสามารถทำงานได้เต็มที่ พริกจึงมีปริมาณสารที่ให้ความเผ็ดเพิ่มขึ้น

Margarita and Yahia (1998) พบว่า การลดลงของปริมาณสารที่ให้ความเผ็ดในพริกมีความสัมพันธ์ต่อเอนไซม์ Peroxidase โดยปริมาณสารที่ให้ความเผ็ดในพริกจะลดลงตามการเพิ่มของ Peroxidase Activity เนื่องจากเอนไซม์ Peroxidase จะไปทำลายสารตั้งต้นในกระบวนการสร้างสารที่ให้ความเผ็ดในพริก เช่น Caffeic Acid และ Ferulic Acid เป็นต้น

ประโยชน์จากพริก

1. ประโยชน์ทางด้านอาหาร พริกเป็นเครื่องเทศที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ประชากรเกือบทั่วโลกใช้ในการประกอบอาหาร หรือใช้เป็นเครื่องปรุงรส ประโยชน์ของพริกนอกจากจะช่วยปรุงแต่งอาหารให้มีสีสันน่ารับประทานแล้ว ความเผ็ดร้อนของพริกยังมีผลกระตุ้นให้รู้สึกเจริญอาหาร โดยช่วยกระตุ้นให้น้ำลายในปากออกมามาก เอนไซม์ในน้ำลายจะช่วยย่อยสลายแป้งในปาก ทำให้รู้สึกว่ารสชาติอาหารดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้น จึงทำให้รับประทานอาหารได้มากขึ้น นอกจากนี้พริกยังเป็นพืชผักอีกชนิดหนึ่ง ที่มีคุณค่าทางอาหารโดย Pearson (1976) ได้รายงานว่า พริกเป็นแหล่งวิตามินเอและวิตามินบีคอมเพล็กซ์ในปริมาณสูง

ในอุตสาหกรรมอาหาร มีการนำพริกมาแปรรูปเป็นเครื่องปรุงแต่งรสอาหาร ได้แก่ การแปรรูปเป็นพริกแห้ง พริกป่น พริกแกง น้ำพริกเผา ซอสพริก รวมทั้ง Oleoresin จากพริก ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปพริกโดยการสกัดด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม ปัจจุบันนี้ในประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จาก Oleoresin มากขึ้น โดยใช้เป็นวัตถุเจือปนในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร เช่น อุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยว ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ได้แก่ ไส้กรอกชนิดต่างๆ เป็นต้น (ฐิตินันท์, 2552)

2. ประโยชน์ทางการแพทย์ พริกเป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณหลากหลาย ในอดีต มีการนำพริกมาผสมกับสุราใช้ทา เพื่อบรรเทาอาการเจ็บปวดเนื่องจากถูกแมลงกัดหรือต่อย นอกจากนี้ยังสามารถใช้พริกเป็นส่วนผสมของยาต่างๆ ทั้งที่ใช้รับประทานและถูทาภายนอกร่างกาย เช่น ยาขับลมและขับปัสสาวะ ยาแก้ไข้หวัด แก้ไอ ฯลฯ (ฐิตินันท์, 2552)

สาร Capsaicin จากพริกมีฤทธิ์ช่วยบรรเทาอาการปวดได้ ซึ่งทางกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์โดยฝ่ายผลิตและทดสอบความปลอดภัย กองวิจัยและพัฒนาสมุนไพรได้ผลิตครีมที่มี Capsaicin ความเข้มข้นร้อยละ 0.025 เพื่อใช้รักษาโรคและอาการปวดเนื่องจากโรคงูสวัดกับผู้ป่วยคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งสอดคล้องกับ จริยา และนพรัตน์ (2539) ที่พบว่า ครีมที่มีความเข้มข้นของ Capsaicin ร้อยละ 0.075 สามารถช่วยบรรเทาอาการป่วยของผู้ป่วยโรคเริม (Herpes Simplex) ได้ ซึ่งสาร Capsaicin จะออกฤทธิ์ต่อเซลล์ประสาทโดยการหลั่งสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) บริเวณปลายประสาทที่ชื่อ Substance P ส่งผลให้สมองส่วนกลาง รับรู้ต่ออาการเจ็บปวดช้าลง นอกจากนี้ครีมที่มีส่วนผสมของสาร Capsaicin ยังมีผลช่วยบรรเทาอาการฟกช้ำได้ โดยสาร Capsaicin มีฤทธิ์กระตุ้นให้หลอดเลือดที่ผิวหนังขยายตัว ทำให้เลือดไหลเวียนได้สะดวกขึ้น ประโยชน์ที่ได้รับคือ เลือดจะพาสารอาหาร มาซ่อมแซมบริเวณที่ฟกช้ำได้เร็วขึ้น ช่วยกำจัดของเสียและพิษที่เกิดจากการฟกช้ำได้มากขึ้น และยังช่วยให้อาการเคล็ดขัดยอกทุเลาเร็วขึ้นด้วย

3. ประโยชน์อื่นๆ Fujimoto *et al*. (1974) ได้ทำการวิเคราะห์สารกันหืนในพริก *C. annuum* L. โดยการสกัดด้วย Chloroform และ Methanol ในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 พบว่า ส่วนของไขมัน (Lipid) ที่สกัดได้มีคุณสมบัติเป็นสารกันหืน ซึ่งสามารถใช้ในการถนอมอาหารได้ และเมื่อนำสารดังกล่าวไปแยกด้วย Thin Layer Chromatography และ Gas Liquid Chromatography จึงพบว่า เป็นสาร Capsaicin

ในการทดลองใช้สาร Capsaicin เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* บนอาหารเลี้ยงเชื้อในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า สาร Capsaicin สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้เป็นเวลา 4 วัน แต่เชื้อรายังคงสามารถสร้างสารพิษ Aflatoxin ได้เป็นปกติ (Masood *et al*., 1994) นอกจากนี้สาร Capsaicin ยังสามารถนำไปผลิตเป็นอาวุธในรูปของสเปรย์ เพื่อใช้ป้องกันตัวจากการจู่โจมในระยะประชิดตัวได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หอมแดง (Shallot)

เป็นพืชวงศ์ Aliaceae (Amaryllidaceae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allium ascalonicum* Linn.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นระบบรากฝอยแบบกระจุก มีความยาว 10 ถึง 15 เซนติเมตร แผ่ออกไปรอบๆโคนต้น มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 ถึง 2 มิลลิลิตร จำนวนของรากจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้นและขนาดของหัวปลูก เมื่อหอมแดงมีการเจริญเติบโตรากเก่าจะเริ่มแห้งตาย มีการสร้างรากใหม่ขึ้นมา ลำต้นคือส่วนที่อยู่ล่างสุดของหัว ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของราก มีลักษณะเป็นก้อนแข็งสีขาวขุ่นประกอบเป็นข้อ ปล้อง ตา ก้านดอกจะแทงออกมาจากส่วนของลำต้นนี้ ส่วนของหัว (Bulb) ประกอบด้วยหัวเล็กหลายหัวอยู่รวมกัน แต่ละหัวจะแยกจากกันชัดเจนแต่จะเชื่อมติดอยู่เฉพาะส่วนฐานของหัวเท่านั้น ใบเป็นส่วนที่อยู่บนสุดมีสีเขียว ใบกลวงกลม เกิดจากจุดเจริญที่อยู่กลางหัว ใบจะออกสลับกัน โคนใบแข็งและก้านใบใหม่จะงอกออกมาจากโคนของใบเก่า ก้านดอกจะแทงออกมาจากส่วนของลำต้น ก้านดอกมีสีเขียว ดอกมีสีขาว ช่อดอกเป็นแบบ Globular Umbel มีลักษณะเป็นชี่ทรงกลม ใน 1 ช่อ จะมีดอกย่อยขนาดเล็กประมาณ 240 ดอก ก้านชูดอกมีลักษณะกลม ยาว 5 ถึง 60 เซนติเมตร ตรงกลางพองออก หอมแดงแต่ละกอมีช่อดอกอยู่ 2 ถึง 4 ช่อดอก ดอกย่อยเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีกลีบ ดอกสีขาว 6 กลีบ เกสรตัวผู้ 6 อัน แบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นในและชั้นนอก เมล็ดมีรูปร่างคล้ายเมล็ดมะยม สีเปลือกหุ้มจะเปลี่ยนเป็นสีฟางข้าว ในหนึ่งดอกย่อยมีเมล็ด 6 เมล็ด เมล็ดมีสีดำ รูปร่างหลายเหลี่ยม อัตราการงอกร้อยละ 97 ถึง 98

สาระสำคัญที่พบในหอมแดง

สาระสำคัญที่พบในหอมแดง ได้แก่ น้ำมันหอมระเหย ซึ่งประกอบด้วยสาร Diallyl Disulfide เป็นสารพวกกำมะถัน ทำให้ระคายเคือง แสบจมูกและแสบตา มีธาตุเหล็ก แคลเซียม และฟอสฟอรัส ใบสดมีสารลฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) สาระสำคัญในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่พบในหัวหอมคือ อัลลิซิน (Allicin) ในสภาพปกติหัวหอมไม่มีสารนี้ แต่จะมีอัลลิอิน (Alliin) เมื่อเซลล์ของหัวหอมถูกทำให้แตกจะทำให้อัลลิอินเปลี่ยนเป็นอัลลิซินโดยการทำงานของเอนไซม์อันลิอินเนส (Alliinase) สารอัลลิซินเป็นสารไม่คงตัวจะเปลี่ยนเป็น Diallyl Disulfide และซัลไฟต์อื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าสารต่างๆในน้ำมันหอมระเหยของหัวหอมจะให้ผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้แตกต่างกัน

สรรพคุณของหอมแดง

หอมแดงนอกจากจะมีคุณค่าต่อชีวิตมนุษย์ในแง่อาหารประเภทพืชผักและใช้ปรุงแต่งให้อาหารมีกลิ่นและรสดีขึ้นแล้วยังใช้ประโยชน์ทางยาอีกด้วย ทางการแพทย์ยอมรับว่าสารที่อยู่ในหอมแดงสามารถรักษาโรคโลหิตคั่งในเส้นเลือดได้เป็นอย่างดี ใช้เป็นยาบำรุงธาตุ แก้ลม วิงเวียนศีรษะ แก้สะอึก แก้เสมหะ แก้ไข้และพิษต่างๆ ใช้ขับลม แก้ผมร่วงและช่วยให้ผมดก มีเงางาม ใช้บดหรือตำนำไปประคบที่กระหม่อมเด็กจะช่วยแก้ปวดศีรษะในเด็ก น้ำมูกไหล ตัวร้อน มือและเท้าเย็น ใช้หัวหอมบดทุบให้แตกแล้วต้มกับน้ำร้อนและนำไปสูดดมจะป้องกันการติดเชื้อของโรคแทรกซ้อนต่างๆได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น โรคคอและหลอดลมอักเสบ ใช้รักษากลากเกลื้อนโดยทาบริเวณที่เป็นจะหายอย่างรวดเร็ว ใช้เป็นยาขับปัสสาวะ ใช้ทำลายพยาธิ ใช้รักษาโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด ทั้งนี้เพราะในหัวหอมมีกรดลีโนเลอิก (Linoleic Acid) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยลดปริมาณไขมันในเลือด และยังช่วยขยายเส้นเลือดให้กว้างขึ้น เป็นผลให้เลือดไหลเวียนไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกายได้สะดวกขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำสกัดจากหัวหอมยังช่วยลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดได้ดีกว่ากระเทียมอีกด้วย

การยับยั้งจุลินทรีย์ของหอมแดง

หอมแดงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ เช่น แบคทีเรียพวก *B. subtilis, B. cereus, B. megaterium, Lactobacillus casei, Pseudomonas aerugionsa, Proteus volgaris, E. coli, Salmonella typhimurium, S. Lexington, Shigella dysenteriae, S. aureus* ส่วนเชื้อราสามารถยับยั้งพวก *A. niger, Rhizopus nigricans, Botrytis cinerea, B. alin, Fusarium solani* และยับยั้งเชื้อยีสต์พวก *Saccharomyces cerevisiae* หอมแดงเป็นยาแผนโบราณ ใช้ตำใส่น้ำอาบให้เด็กแก้หวัด น้ำมันในหอมแดงเป็นยาขับเสมหะ ขับปัสสาวะ ขับประจำเดือน ขับลมแก้ปวดท้อง ใช้สูดดมแก้หวัดคัดจมูก (ฐิตินันท์, 2552)

2.4 พริกไทย (Pepper)

พืชสกุลพริกไทย (*Piper* L.) จัดอยู่ในวงศ์ Piperaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Piper nigrum* Linn.

ลักษณะทั่วไป

เป็นพืชเถาเลื้อย เขียวตลอดปี สูงประมาณ 5 เมตร ลำต้นเป็นเถา มีข้อพองเห็นได้ชัด ใบออกสลับกัน ก้านใบยาว 1.5 ถึง 3 เซนติเมตร ตัวใบรีใหญ่ ยาว 8 ถึง 16 เซนติเมตร กว้าง 4 ถึง 7 เซนติเมตร ปลายใบแหลม ฐานใบมน อาจเบี้ยวไม่เท่ากัน ขอบใบเรียบ หลังใบสีเขียวเข้ม ท้องใบสีเขียวออกเท่า มีเส้นใบ 5 ถึง 6 เส้นนูนออกมาเห็นได้ชัด ออกดอกเป็นช่อจากข้อ ก้านดอกร่วมยาวพอๆกับก้านใบ ช่อดอกสีขาวยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ผลกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ถึง 5 มิลลิเมตร อยู่ติดกันเป็นช่อทรงกระบอกกลมยาว ช่อผลอ่อนสีเขียว เมื่อแก่เป็นสีเหลืองและแดง เมล็ดกลมสีขาวนวล ปลูกกันมากที่จันทบุรีและที่มีความชุ่มชื้นมาก

ส่วนที่นำมาใช้

ผล เก็บเมื่อผลที่โคนช่อเริ่มเป็นสีแดง เด็ดทั้งช่อ ตากหรืออบให้แห้ง จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำ แยกเก็บผลออกมา เรียกว่า พริกไทยดำ

พริกไทยดำ (Black Pepper) ลักษณะกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ถึง 6 มิลลิเมตร เปลือกนอกสีน้ำตาลเข้มออกดำ มีรอยย่นคล้ายร่างแห ที่ขั้วมีรอยก้านผล เปลือกผลชั้นนอกและชั้นกลางลอกออกได้ง่าย เปลือกชั้นในบางและค่อนข้างแข็งเมื่อผ่าครึ่ง เนื้อในมีสีเหลืองอ่อนออกน้ำตาลหรือสีเหลืองขาว เนื้อในแข็งสีขาวนวล มีกลิ่นหอมฉุน รสเผ็ด ร้อน พริกไทยดำที่ดีควรมีขนาดใหญ่ สีดำ เปลือกย่น มีกลิ่นแรงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ด เก็บเมื่อผลแก่เป็นสีแดง นำมาแช่น้ำไว้หลายวัน ขยี้ลอกเปลือกผลออก ล้างให้สะอาด ตากแห้ง จะได้เมล็ดกลมสีขาวออกเทา เรียกว่า พริกไทยล่อน

พริกไทยล่อน (White Pepper) ลักษณะกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ถึง 6 มิลลิเมตร เปลือกนอกสีขาวออกเทา เรียบ มีรอยเส้นตามยาว 10 ถึง 14 เส้น ที่ขั้วมักแบนหรือบุ๋มลงไปเล็กน้อย ที่ปลายมีจุดสีน้ำตาลออกดำนูนขึ้นมาเล็กน้อย พริกไทยล่อนที่ดีควรมีขนาดใหญ่ สีขาว กลิ่นฉุนแรง

ก่อนนำไปทำยา ให้เก็บสิ่งเจือปนออก ร่อนให้สะอาด ก่อนใช้ทุบให้แตก หรือบดเป็นผงละเอียด (ชัยโย, 2524)

ประโยชน์ของพริกไทย

พริกไทยถูกนำมาใช้ประโยชน์ทั้งแง่อาหารและยา ในอาหารพริกไทยถูกนำมาใช้ตั้งแต่เป็นผลอ่อนจนถึงผลสุก พริกไทยอ่อนนิยมใช้ปรุงในผัดเผ็ดเพื่อดับกลิ่นคาว คนใต้รูดเม็ดพริกไทยอ่อนใส่ในจานขนมจีน พริกไทยสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ถนอมอาหารไม่ให้เน่าบูดได้นานพอควร ในโรงงานอุตสาหกรรมทำเนื้อบด นิยมใส่พริกไทยเพื่อให้อาหารสดนานก่อนถึงมือผู้บริโภค

ในทางยา คนโบราณใช้พริกไทย 15 เม็ดบดผสมเหล้า รับประทานขับลม พริกไทยช่วยบรรเทาอาการนอนไม่หลับ ขับเสมหะ หอบ ไอ สะอึก เป็นยาบำรุงธาตุ ถูฟันแก้รำมะนาด ผสมในยาอายุวัฒนะ

ในทางการแพทย์แผนปัจจุบัน พริกไทยช่วยกระตุ้นการไหลของน้ำลายและน้ำย่อย ช่วยขับลมในกระเพาะอาหาร กระตุ้นให้กล้ามเนื้อในกระเพาะและลำไส้เคลื่อนไหวอย่างสม่ำเสมอ ทำให้อาหารถูกย่อยง่าย นอกจากนี้พริกไทยยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดได้

ในทางเภสัชกรรม เราพบว่าพริกไทยมีน้ำมันหอมระเหยประมาณร้อยละ 1 ถึง 3 โอลิโอเรซิน (Oleoresin) ร้อยละ 12 ถึง 14 ซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญที่ทำให้มีกลิ่นฉุนและรสร้อน คือ ไปเปอรีน (Piperine)

ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย มีการทดลองหลายครั้งเพื่อหาฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย สารสกัดจากพริกไทยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ Penicllin G resistant strain of *S. aureus* ซึ่งเชื้อดังกล่าวสามารถพบได้บนทางเดินหายใจ (จักรภพ, 2546)

พริกไทยดำและพริกไทยขาว ได้ถูกนำมาใช้กันในโลกตะวันออกมานานกว่า 4,000 ปี โดยใช้แก้ไข้มาลาเรีย และโรคทางเดินอาหารอื่นๆ เช่น แก้บิดมีตัว, อหิวาตกโรค, ท้องเสีย, แก้ปวดท้อง, เป็นยาบำรุงธาตุ, ขับลม, ขับเหงื่อ, ขับปัสสาวะ, แก้ไข้, แก้ปวดข้อ, ช่วยเจริญอาหาร, กระตุ้นระบบประสาท, บำรุงประสาท และช่วยการไหลเวียนของโลหิต ซึ่ง Alkaloid Piperine มีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดได้ เมล็ดพริกไทยให้น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากเมล็ด ประกอบด้วย Monoterpenes (ประมาณร้อยละ 70 ถึง 80) ได้แก่ Thujene, Pinene, Camphene, Sabinene, Carene, Myrcene, Limonene, Phellandrene และ Sesquiterpenes (อีกร้อยละ 20 ถึง30) และยังพบ Alkaloids หลายตัว เช่น Chavicine, Piperine, Piperidine และ Piperittine เป็นต้น (ผดุงศักดิ์ และคณะ, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Perry (1980) กล่าวว่า *P. nigrum* (พริกไทย) ใช้ผลเป็นยาพอกรักษาอาการปวดอักเสบ ตุ่มหนอง เสียดท้อง ปวดตามข้อ ปวดหัว เป็นยาใช้ภายใน รักษากระเพาะอาหาร ขับลม แก้อาหารเป็นพิษ รักษาโรค อุจจาระร่วง โรคบิด ในประเทศมาเลเซียใช้เป็นยาบำรุง ผสมอาหารช่วยย่อยอาหาร

2.5 ลูกผักชี (Coriander)

ลูกผักชีเป็นเมล็ดของผักชี ซึ่งผักชีมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Coriandrum sativum* อยู่ในวงศ์ Umbellifere (จิรวัตน์, 2546) เมล็ดส่วนใหญ่เป็นรูปไข่, ทรงกลม มีความหวาน และกลิ่นฉุนเล็กน้อย คล้ายมะนาวและสาระแหน่ องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของเมล็ด คือ น้ำมันหอมระเหย (Bhat *et al*., 2013)

สรรพคุณ

ลูกผักชีใช้เป็นเครื่องเทศ ช่วยให้เจริญอาหารมากขึ้น ช่วยละลายเสมหะ แก้อาการปวดฟัน ช่วยบำรุงกระเพาะอาหาร กระตุ้นต่อมในกระเพาะอาหารและลำไส้ เพิ่มน้ำดีให้มากขึ้น ช่วยรักษาอาการปวดท้อง ช่วยแก้อาการบิด ถ่ายเป็นเลือดช่วยแก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ ช่วยย่อยอาหาร ช่วยรักษาโรคริดสีดวงทวาร มีเลือดออก (นพมาศ, ม.ป.ป.)

Bhat *et al*. (2013) กล่าวว่า ลูกผักชีรู้จักกันดีสำหรับใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันโรคเบาหวาน ป้องกันการกลายพันธุ์ ออกฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ และมีผลต่อสมดุลฮอร์โมน ใช้ในอาหารเพราะมีประโยชน์ต่อสุขภาพหลากหลาย และยังป้องกันผลกระทบที่จะเกิดกับการเก็บรักษาอาหารไว้เป็นเวลานาน

2.6 ยี่หร่า (Tree Basil)

ยี่หร่ามีชื่อเรียกหลายชื่อ เช่น กะเพราญวณ, จันทร์หอม, โหระพาช้าง และกะเพราควาย เป็นต้น จัดอยู่ในวงศ์ Lamiaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ocimum gratissimum* Linn.

ยี่หร่าเป็นสมุนไพรที่รู้จักกันดีและอยู่คู่กับอาหารไทยมาช้านาน มักขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ด และการปักชำกิ่ง เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนซุยและมีความชื้นปานกลางในสภาพกลางแจ้ง การใช้ประโยชน์โดยนำมาเป็นเครื่องปรุงหรือเป็นส่วนประกอบในอาหาร โดยเฉพาะอาหารไทยนิยมใช้ยี่หร่าในการช่วยปรุงแต่งกลิ่นอาหาร ในแกงเผ็ด แกงเขียวหวาน และแกงกะหรี่ ทั้งยังมีคุณสมบัติในการช่วยดับกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ได้เป็นอย่างดี รวมไปถึงเมล็ดช่วยในการถนอมอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ด้วยการนำมาป่นหรือตำผสมในเนื้อสัตว์เวลาหมัก เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยนั้นมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ อีกทั้งมีสรรพคุณช่วยในการขับเหงื่อ ซึ่งเป็นของเสียออกจากร่างกาย ช่วยในการบำรุงธาตุ ขับลม แก้โรคเบื่ออาหาร แก้ปวดท้องเนื่องจากอาหารไม่ย่อย แก้ท้องอืด และบรรเทาอาการคลื่นไส้ นอกจากนี้ใบยังมีสรรพคุณสามารถช่วยยับยั้งหรือช่วยชะลอการขยายตัวของเซลล์มะเร็งได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทั่วไป

ยี่หร่าเป็นไม้พุ่มเตี้ย มีความสูงประมาณ 50 ถึง 80 เซนติเมตร ลำต้นมีสีน้ำตาลแก่ แตกกิ่งก้านสาขาขนาดเล็ก กิ่งก้านไม่ใหญ่นัก ใบเป็นใบเดี่ยวออกตรงข้ามกันเป็นคู่ๆ ลักษณะเป็นรูปกลมรีโคนใบสอบ ปลายใบแหลม ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย ใบสีเขียวสด ผิวใบสากมือ ใบยี่หร่ามีกลิ่นหอมเฉพาะตัว มีรสร้อน ดอกออกเป็นช่อที่บริเวณปลายยอด ช่อดอกนั้นจัดเป็นแบบ Spike Like Raceme ดอกจะบานจากล่างไปหาปลายช่อ โดยแต่ละช่อจะประกอบไปด้วยดอกย่อยขนาดเล็กประมาณ 50 ถึง 100 ดอก ผลหรือเมล็ด มีลักษณะเป็นรูปกลมรี แต่ละผลมีขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร เมื่อยังอ่อนจะเป็นสีเขียว แต่พอสุกหรือแก่แล้วจะกลายเป็นสีดำหรือสีน้ำตาลอ่อน ภายในผลมีเมล็ดขนาดเล็กจำนวนมาก

สรรพคุณทางยา

1. ราก ช่วยในการทำงานของระบบย่อยอาหาร แก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ อาการปวดท้อง ช่วยในการขับลมในลำไส้

2. ใบ ช่วยยับยั้งหรือชะลอการขยายตัวของเซลล์มะเร็ง บำรุงธาตุในร่างกาย ช่วยขับเหงื่อ ช่วยแก้อาการคลื่นไส้ ช่วยแก้โรคเบื่ออาหาร ช่วยแก้อาการปวดท้องเนื่องจากอาหารไม่ย่อย แก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ อาการปวดท้อง ช่วยในการขับลมในลำไส้ ช่วยลดอาการปวดประจำเดือนในสตรี

3. ผล ช่วยฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (ไทยเฮอร์เบิล, 2015)

2.7 ถั่วลิสง (Peanut)

จัดอยู่ในวงศ์ Papilionaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Arachis hypogaea*

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ระบบราก เป็นระบบรากแก้ว (Tap Root System) ซึ่งมีราก 3 ชนิด คือ (1) รากแก้ว (2) รากแขนง และ (3) รากฝอย ที่รากถั่วลิสงมีปมของแบคทีเรียพวก *Rhizobium* sp.

ใบ เป็นใบรวม (Compound Leaves) มีรูปกลมรี ปลายใบมน แต่ละใบขนาดประมาณ 3x4 ซม. แต่ละชุดใบมีใบย่อย 2 คู่แบบ Pinnate ก้านใบรวม (Petiole) มีความยาว 3 ถึง 7 ซม. ที่โคนมีหูใบ 2 อัน

ดอก เป็นดอกช่อแบบ Spicate ดอกมีขนาดเล็ก เป็นดอกสมบูรณ์เพศ เป็นพวก Cleistogamy ฐานช่อดอกเรียกว่า Bract (หรือ Cataphyll) ดอกเป็นแบบผีเสื้อ (Papilionate) มีส่วนต่าง ๆ เป็นลำดับนอกสุดถึงชั้นในสุด ดังนี้ กลีบดอก ประกอบด้วยกลีบดอกชั้นนอก 1 กลีบ ชั้นกลาง 2 กลีบ และชั้นในสุด 2 กลีบ ภายในกลีบดอกชั้นในสุด มีอับเกสรตัวผู้ 10 อัน (มีลักษณะกลม 4 อัน รูปไข่ 4 อัน และอีก 2 อันเป็นหมัน) และมีเกสรตัวเมีย ซึ่งประกอบด้วย ยอดเกสรตัวเมีย ก้านเกสรตัวเมีย และรังไข่ เมื่อดอกได้รับการผสมเรียบร้อยแล้ว จะพัฒนาเป็นรูปร่างยาว โดยการยืดตัวของท่อ Hypanthium การยืดตัวนี้เกิดจากการยืดตัวของเนื้อเยื่อพวก Intercalary Meristem ซึ่งอยู่ที่ฐานของรังไข่ ก้านยาวนี้มีปลายแข็งเรียกทั้งหมดว่า เข็ม (Peg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าทางโภชนาการ

ถั่งลิสงเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งของอาหารประเภทโปรตีนและพลังงาน เพราะมีโปรตีนประมาณร้อยละ 25 ถึง 30 ไขมันร้อยละ 45 ถึง 50 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 20 ส่วนประกอบ 2 ชนิดหลังเป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงานสูง คือให้พลังงานประมาณ 585 แคลอรี่ต่อ 100 กรัม

โปรตีนในถั่วลิสงมีปริมาณเทียบเท่ากับถั่วเขียว ถั่วแดง และถั่วดำ แต่ต่ำกว่าถั่วเหลือง และมีกรดอะมิโน Lysine, Theonine และ Methionine ที่จำเป็นต่อร่างกายต่ำกว่าที่ต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำให้สุกปริมาณยิ่งน้อยลงอีกประมาณ 15, 11 และ 10 ตามลำดับ การใช้ความร้อนสูงตั้งแต่ 145 องศาเซลเซียสขึ้นไป มีแนวโน้มทำให้คุณค่าทางอาหารลดลง แต่การทำให้สุกก่อนมีความจำเป็นเพราะความร้อนจะช่วยทำลาย Trypsin Inhibitor การใช้ความร้อนชื้น เช่น ต้มหรือนึ่งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส หรือใช้ความร้อนแห้ง เช่น คั่วหรืออบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส จะทำลาย Trypsin Inhibitor ได้เช่นกัน (ยุภาวรรณ และคณะ, ม.ป.ป.)

2.8 กะทิ (Coconut milk)

กะทิเป็นของเหลวที่ได้จากการล้างสกัดไขมัน โปรตีนและน้ำ จากเนื้อมะพร้าวขูด โดยกะทิอยู่ในรูปอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ ซึ่งเป็นลักษณะของหยดน้ำมันกระจายอยู่ในสารละลายน้ำและล้อมรอบหรือห่อหุ้มด้วยโปรตีน (Seow and Gwee, 1997) คุณลักษณะทางอิมัลชั่นของกะทิ พบว่าไม่มีความเสถียรต่อระยะเวลาและความร้อน โดยเกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำและน้ำมัน เช่น เกิดครีมมะพร้าว เกิดการรวมตัวของไขมัน ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (McClement, 2005) มะพร้าวจัดอยู่ในพืชตระกูล ปาล์ม มีชื่อทางพฤษศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. ประเทศไทยมีดินฟ้าอากาศที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกมะพร้าวเป็นอย่างยิ่ง จึงสามารถปลูกมะพร้าวได้ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะภาคใต้มะพร้าวเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์นานัปการ ใช้บริโภคเป็นอาหารโดยตรงในรูปผลอ่อนและคั้นกะทิจากผลแก่เพื่อนำไปประกอบอาหารคาวหวานได้มากมาย ในด้านอุตสาหกรรมนั้นมีการใช้มะพร้าวแห้งเพื่อนำมาสกัดน้ำมันมะพร้าว ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆเพื่อการอุปโภคและบริโภค อาทิการผลิตเนยเทียม สบู่ เครื่องสำอาง น้ำมันหล่อลื่น ลูกกวาดและขนม เป็นต้น ประเทศไทยมีการใช้มะพร้าวในรูปของกะทิเพื่อประกอบอาหารอย่างกว้างขวางทุกครัวเรือน เนื่องจากกะทิเป็นส่วนประกอบสำคัญในการปรุงอาหารคาวหวาน (Onsaard *et al.,* 2006) ผลมะพร้าวประกอบด้วย เปลือกมะพร้าวร้อยละ 38.5 เนื้อมะพร้าวร้อยละ 51.7 และน้ำมะพร้าวร้อยละ 9.8 และในเนื้อของมะพร้าวประกอบด้วย ไขมันร้อยละ 35.2 โปรตีนร้อยละ 3.8 และความชื้นร้อยละ 40 (Kwon *et al.*, 1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 จุลินทรีย์ในอาหาร

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่พบได้ทั่วไปตามธรรมชาติ ในสภาพแวดล้อมที่มีความเหมาะสมสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์แต่ละชนิด โดยจุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญต่ออาหารทั้งด้านที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษ

1. จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตอาหารหรือเครื่องดื่ม เพื่อให้เกิดคุณลักษณะเฉพาะที่ต้องการและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ตัวอย่างจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้เช่น ยีสต์ ได้แก่ *S. cerevisiae* ที่ใช้ในการผลิตขนมปัง ไวน์ เบียร์ แบคทีเรียแล็กติก (Lactic Acid Bacteria) ที่ใช้ในการผลิตอาหารหมัก เช่น แหนม และโยเกิร์ต เป็นต้น

2. จุลินทรีย์ที่เป็นโทษ หากมีการปนเปื้อนและเจริญในอาหารหรือเครื่องดื่มจะก่อให้เกิดการเน่าเสียหรือเกิดอันตรายต่อผู้บริโภค แบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย เช่น แบคทีเรียแล็กติก ที่ทำให้น้ำมันดิบเกิดรสเปรี้ยว หรือทำให้เกิดเมือกในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก เป็นต้น สำหรับจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ เช่น *S. aureus* เป็นแบคทีเรียซึ่งสร้างสารพิษประเภท เอนเทอโรทอกซิน (Enteroxin) ที่มีผลต่อระบบทางเดินอาหารของผู้บริโภค *C. botulinum* เป็นแบคทีเรียที่สร้างสารพิษประเภท นิวโรทอกซิน (Neurotoxin) ซึ่งมีผลต่อระบบประสาท เป็นต้น

อาหารแทบทุกชนิดมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่เกือบทั้งสิ้น มากบ้างน้อยบ้าง บางชนิดทำให้เกิดโทษกับมนุษย์ สัตว์และพืช บางชนิดไม่ทำให้เกิดโทษแต่กลับจะมีประโยชน์ โดยเฉพาะเมื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร จุลินทรีย์มีบทบาทดังนี้

1. ทำให้เกิดการเน่าเสีย จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญ ได้แก่ แบคทีเรีย ราและยีสต์ สาเหตุเกิดจากการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ การเน่าเสียจะเป็นแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ รวมทั้งสภาพแวดล้อมรอบจุลินทรีย์

2. ทำให้เกิดโรคจากการบริโภคอาหาร เช่น แบคทีเรีย ราและไวรัส จุลินทรีย์บางชนิดมีปะปนในอาหารมีคุณสมบัติสามารถสร้างสารพิษหรือ ท็อกซิน สามารถทำลายเซลล์หรือเนื้อเยื่อทำให้เกิดโรคขึ้นได้

3. นำมาใช้ประโยชน์ในการแปรรูปอาหาร เช่น ในกระบวนการหมักโดยใช้ยีสต์ รา และแบคทีเรีย ทำให้เพิ่มคุณค่าและราคาของอาหารบางอย่างในฤดูกาลที่ผลผลิตมีมากราคาถูก เมื่อนำมาแปรรูปจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ในราคาที่สูงกว่าเดิม จะเห็นได้ว่า จุลินทรีย์ในอาหารมีบทบาทสำคัญไม่น้อย ทำให้เกิดทั้งประโยชน์และโทษ แต่ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ด้วย (วิลาสินี, 2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหาร

1. การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารจากแหล่งต่างๆในธรรมชาติ (Contamination of Microorganism in Food From Natural Sources) เช่น จากดิน จากน้ำ จากอากาศ ซึ่งต้องคำนึงถึง เพื่อช่วยลดโอกาสที่จะได้รับจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคเข้าไปในร่างกาย และเพื่อทำให้อาหารเก็บไว้ได้นานขึ้น แหล่งปนเปื้อนในธรรมชาติ ได้แก่

1.1 จากดิน

ดินเป็นแหล่งสะสมจุลินทรีย์จำนวนมาก โดยที่ชนิดและจำนวนจุลินทรีย์แตกต่างกันตามชนิดของดิน อินทรียวัตถุและสภาพแวดล้อมในดิน เช่น ความชื้น พีเอช และอุณหภูมิ ปกติแบคทีเรียจะมีจำนวนมากกว่าจุลินทรีย์ประเภทอื่น ที่พบมากในอาหารและในดิน เช่น *Micrococcus, Clostridium, Acenatobacter, Bacillus, Pseudomonas* และ *Streptomyces* นอกจากนี้ยังมียีสต์และราในรูปของสปอร์ พบจุลินทรีย์ในดินปนเปื้อนในรากของพืช หรือจากการถูกฝนชะไหลลงสู่ดินที่ปลูกพืช การเก็บเกี่ยวที่ผิดวิธีทำให้ผักและผลไม้แตกหักและมีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ การปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากดินมักก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษ อาหารเสื่อมคุณภาพและเน่าเสีย

1.2 จากน้ำ

น้ำฝนจะชะล้างจุลินทรีย์ในอากาศ ทำให้น้ำมีจุลินทรีย์ปนเปื้อน และเมื่อน้ำไหลไปตามพื้นดินก็จะปนเปื้อนดินด้วย นอกจากนี้การทิ้งของเสียลงในน้ำ เช่น น้ำทิ้งจากบ้านเรือน น้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์ ทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่อยู่ลำไส้ของสัตว์ในน้ำและนำไปสู่คน ชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในน้ำ เช่น *Pseudomonas, Aeromonas, Bacillus* และ *Micrococcus* โดยที่ *E. coli* เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงการปนเปื้อนของน้ำว่า มีอุจจาระปนเปื้อนหรือไม่ ซึ่งเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคในระบบทางเดินอาหารของคน เช่น การดื่มน้ำที่ไม่ผ่านการต้มมาก่อนทำให้เกิดอาการท้องเสีย

น้ำเกี่ยวข้องกับอาหารหลายขั้นตอน เช่น การเก็บเกี่ยว การผลิต และการแปรรูป ถ้าใช้น้ำที่ปนเปื้อนมารดผักและผลไม้ ผักและผลไม้ก็จะได้รับจุลินทรีย์ด้วย การบริโภคผักและผลไม้ดิบจึงต้องทำความสะอาดเสียก่อน นอกจากนี้น้ำแข็งที่ใช้ในการแช่เย็นอาหารสดต่างๆก็เป็นแหล่งสะสมของจุลินทรีย์เช่นกัน ซึ่งสามารถผ่านเข้าไปในอาหารสดต่างๆได้

ในอาหารทะเลมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่บริเวณผิวหนัง เหงือก ระบบทางเดินอาหาร การตรวจพบเชื้อโรค เช่น *Salmonella, E. coli* และ Virus ในลำไส้คนก็เนื่องมาจากการบริโภคอาหารทะเลที่ปนเปื้อนจากจุลินทรีย์

การใช้น้ำที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ในโรงงานอุตสาหกรรมในกระบวนการผลิต การทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ พื้นโรงงาน การขนส่งอาหารก็เป็นแหล่งปนเปื้อนในอาหารเช่นกัน

1.3 จากอากาศ

อากาศเป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ สปอร์ของรา ไวรัส สารพิษ ขนสัตว์ เกสรดอกไม้ ซึ่งจะทำให้อาหารปนเปื้อนได้ จุลินทรีย์ที่พบในอากาศส่วนใหญ่จะมีสปอร์ของรา ซึ่งมีลมเป็นตัวนำพา ยังพบจุลินทรีย์จากละอองน้ำจากเครื่องพ่นน้ำซึ่งฟุ้งกระจายในอากาศ

จุลินทรีย์ในอากาศจะเป็นชนิดใดขึ้นอยู่กับชนิดของกิจกรรมในพื้นที่นั้นๆ เช่น พบ *Streptococcus* ใกล้โรงงานนม พบยีสต์ใกล้โรงงานขนมปังและโรงงานสุรา นอกจากนี้จำนวนและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของจุลินทรีย์ที่มีในอากาศขึ้นอยู่กับความสามารถในการลอยตัวในอากาศ ควรมีการตรวจสภาพอากาศในบริเวณผลิต หากพบต้องดำเนินการลดเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ นอกจากนี้การจาม การพูดจาก็เป็นตัวนำจุลินทรีย์ปนเปื้อนในอาหารได้เช่นกัน

1.4 ปุ๋ยจากมูลสัตว์

ปุ๋ยจากมูลสัตว์ และมูลคนที่ใช้ในการปลูกพืช ซึ่งมูลเหล่านี้ประกอบด้วยจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ และเชื้อโรค มูลเหล่านี้จะอยู่ในดิน ซึ่งก่อการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอาหารต่อไป

1.5 จากสัตว์ พืชและวัตถุดิบในการปรุงอาหาร

อาหารสัตว์อาจนำจุลินทรีย์ซึ่งปนเปื้อนมากับเท้า ขนและปีกของสัตว์ เมื่อมนุษย์บริโภคอาหารชนิดนั้น เชื้อจุลินทรีย์จะเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารของร่างกาย ถ้ามีเชื้อโรคปนอยู่กับสิ่งขับถ่ายหรือที่ผิวของร่างกายสัตว์จะทำให้สัตว์ป่วย เชื้อโรคเข้าไปสู่ในต่อมน้ำเหลืองและปนเปื้อนเข้าไปในซากหลังชำแหละ ซึ่งเป็นส่วนที่นำไปใช้ผลิตอาหาร จุลินทรีย์ที่พบเป็นพวกที่อยู่ในลำไส้ เช่น *Coliform Enterococcus* และ *Lactobacillus* รวมทั้งที่เป็นแหล่งเชื้อโรค เช่น *Salmonella* รวมทั้งราและไวรัส น้ำนมก็เป็นแหล่งกระจายจุลินทรีย์ได้ถ้าเกิดการปนเปื้อนเนื่องจากกระบวนการรีดนมที่ไม่สะอาดและเต้านมที่ติดเชื้อ จุลินทรีย์ที่พบมาก ได้แก่ *Micrococcus*

แมลง ซึ่งเป็นตัวนำเชื้อโรคและพบมากในโรงงานผลิตอาหาร เกิดจากการที่แมลงเจริญในอาหาร หรือไปตอมอาหารและถ่ายมูลไว้ อาหารจะได้รับเชื้อด้วย แมลงเป็นพาหะนำเชื้อ *Salmonella, Shigella, Vibrio, Escherichia* และอื่นๆ ที่เป็นสาเหตุการเสียของอาหาร หนูเป็นพาหะนำโรคที่ทำให้เจ็บป่วยและอาจถึงตายหลากหลายโรคยิ่งกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดใดๆ จึงถือเป็นเรื่องใหญ่ถ้ามีการพบหนูในบริเวณผลิตอาหาร เช่น โรค Salmonellosis โรคกาฬโรค โรคพิษสุนัขบ้า โรคบิดมีตัว โรคไข้หนูกัด และโรคพยาธิต่างๆ

พืชอาจปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ที่ผิวของพืช เมื่อมีการนำมูลสัตว์หรือมูลคนไปใช้เป็นปุ๋ย เชื้อโรคจากแหล่งนี้จึงเข้าไปในพืช ผัก ผลไม้ จึงต้องระวังการบริโภคผักและผลไม้สด

วัตถุดิบแต่ละชนิดที่ใช้ในการแปรรูปอาหาร ก็เป็นแหล่งสำคัญของจุลินทรีย์ เช่น น้ำตาลเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ ถั่วเป็นแหล่งของเชื้อรา ดังนั้นในการแปรรูปอาหารต้องมีการกำหนดระดับของจุลินทรีย์ที่ยอมรับได้ของแต่ละวัตถุดิบ เพื่อนำมาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ปลอดภัยต่อการบริโภค

2. การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารจากกระบวนการผลิตและการแปรรูป (Contamination of Microorganism in Food From Farm and Processing) แหล่งของจุลินทรีย์จากกระบวนการผลิตและแปรรูป เกิดจากอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องจักร ผู้ประกอบหรือผู้สัมผัสอาหาร รวมทั้งภาชนะบรรจุต่างๆ

2.1 จากกระบวนการผลิต

การปลูกและการเก็บเกี่ยวพืชผัก ผลไม้ จะมีการปนเปื้อนเนื่องจากจุลินทรีย์ที่อยู่ในธรรมชาติ รวมถึงสัตว์ต่างๆ ที่อยู่ในบริเวณนั้นเข้ามากัดกิน ทำให้ผักผลไม้เกิดการเปิดของเนื้อเยื่อ และเป็นทางให้จุลินทรีย์เข้าไปปนเปื้อนในผักผลไม้ได้ นอกจากนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในฟาร์ม เช่น ตะกร้า เข่ง มีด ถุง ถ้าไม่สะอาดก็เป็นแหล่งของจุลินทรีย์ได้เช่นกัน จึงต้องหมั่นทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 จากกระบวนการแปรรูป

เนื่องจากในกระบวนการแปรรูปอาหารต้องเกี่ยวข้องทั้งผู้ประกอบการและเครื่องจักรต่างๆที่ช่วยในการผลิตอาหาร ผู้ประกอบหรือผู้สัมผัสอาหารจะเป็นแหล่งสะสมของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ตามผิวหนัง ผม ขน และตามอวัยวะต่างๆ เช่น จมูก ปาก คอ รวมทั้งระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหารและระบบทางเดินปัสสาวะ รวมถึงเสื้อผ้าและเครื่องแต่งกาย จุลินทรีย์ที่พบอยู่ที่ผิวหนังตลอดเวลา ได้แก่ *Streptococcus, Micrococcus, Bacillus, Pseudomonas, Enterobacter* และ *Escherichia* โดยจำนวนและชนิดจุลินทรีย์ที่พบจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเวลา สถานที่และสภาวะแวดล้อม ดังนั้นไม่ว่าจะอยู่ในขั้นตอนการเตรียม การปรุง การเสิร์ฟและการจำหน่าย ผู้ประกอบอาหารจึงเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ที่จะปนเปื้อนในอาหารที่สำคัญ จึงจำต้องมีการตรวจสุขภาพของผู้ประกอบอาหาร และให้มีความรู้ด้านสุขาภิบาลอาหารอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและมีจิตสำนึกในการประกอบอาหารให้ถูกหลักอนามัย เพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหาร

เครื่องจักรและส่วนประกอบ เช่น ท่อ ถัง สายพาน เครื่องผสม เครื่องหั่นรวมถึงวัสดุในส่วนประกอบของเครื่องจักร ไม่ว่าจะเป็นโลหะ ยาง พลาสติก กระดาษ แม้ว่าสิ่งต่างๆเหล่านี้จะไม่มีสิ่งที่ช่วยในการเจริญของจุลินทรีย์ แต่อาจเป็นแหล่งของการปนเปื้อนได้ การทำความสะอาดโดยการใช้น้ำยาล้างเครื่องจักรบางครั้งก็ยังมีจุลินทรีย์ลงเหลืออยู่ หรือมีเศษอาหารติดตามซอกมุมต่างๆที่ยากแก่การทำความสะอาด เศษอาหารเหล่านี้เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ ซึ่งทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตและปนเปื้อนกับอาหารที่ผ่านเครื่องจักรดังกล่าว จุลินทรีย์ที่มักพบอยู่บนผิวหนังของเครื่องจักร ได้แก่ *S. thermophilus* ซึ่งเกาะติดกับเหล็กปลอดสนิมในระหว่างการพาสเจอร์ไรซ์ แม้แต่เครื่องมือที่ใช้หั่นเนื้อตามร้านอาหาร ยังมีแบคทีเรียอยู่สูงถึง 10^6 ถึง 10^7 เซลล์ต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งการล้างทำความสะอาดยังไม่สามารถลดจำนวนแบคทีเรียลงได้ในระดับที่ยอมรับได้ ทำให้เกิดการระบาดของโรคทางเดินอาหารอยู่เสมอ จึงควรระวังการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากเครื่องใช้ เครื่องจักร นอกจากนี้ภาชนะบรรจุที่ไม่สะอาดก็เป็นแหล่งปนเปื้อนของจุลินทรีย์เช่นกัน และมีผลต่ออายุการเก็บของอาหารในภาชนะบรรจุ

3. การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารจากการขนส่งและการจำหน่ายอาหาร (Contamination of Microorganism in Food from Transportation and Distribution) แหล่งของการปนเปื้อนที่เกิดขึ้นก่อนถึงมือผู้บริโภค คือ ระหว่างการขนส่งและการจำหน่ายอาหาร

3.1 จากการขนส่ง

อาหารหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วต้องมีการขนส่งซึ่งมีหลายขั้นตอน เช่น การขนส่งสัตว์จากฟาร์มสู่โรงงานฆ่าสัตว์และโรงงานแปรรูป แล้วจึงทำการขนส่งผลิตภัณฑ์แปรรูปแล้วจากโรงงานสู่ตลาด หรือผู้จัดจำหน่ายเพื่อให้ถึงมือผู้บริโภค ถ้าการขนส่งที่ไม่ถูกหลักการ เช่น ไม่คัดวัตถุดิบที่เน่าเสียออกจากวัตถุดิบที่ดี ทำให้เกิดการกระจายของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย หรือการกระทบกระแทกระหว่างการขนส่ง ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารแตกหักเสียหายและมีโอกาสสัมผัสจากจุลินทรีย์จากสิ่งแวดล้อม อาหารสดและผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูงขาดการควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำพอ ทำให้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารลดลงได้ ดังนั้นสภาวะในการเก็บรักษาอาหารและผลิตภัณฑ์อาหารจึงมีความสำคัญในการชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ที่จะมาปนเปื้อนกับอาหาร เพื่อความมั่นใจในความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และภาชนะบรรจุในการขนส่ง เช่น ตะกร้า ถุง รถเข็น รถลาก เข่ง ต้องมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ เพื่อลดปริมาณการปนเปื้อนของจุลินทรีย์สูงอาหาร นอกจากนี้ตัวผู้ขนส่งก็เป็นปัจจัยสำคัญในการป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่อาจติดมากับเสื้อผ้า รองเท้า มือ และเครื่องประดับต่างๆ

3.2 จากการจำหน่ายอาหาร

ภาชนะบรรจุเป็นสิ่งสำคัญในการป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารระหว่างการจำหน่าย เช่น ภาชนะที่ปิดสนิทจะป้องกันแมลง มือของผู้จำหน่ายหรือผู้ซื้อ ฝุ่นละอองในอากาศซึ่งเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ รวมถึงแหล่งจำหน่ายอาหารก็เป็นตัวกำหนดความมากน้อยของการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เช่น การจำหน่ายอาหารตามทางเท้า ใต้สะพานลอย หรือใกล้คลอง จะเปิดโอกาสให้เกิดการปนเปื้อนได้มากกว่าการจำหน่ายในร้าน

พฤติกรรมและความรู้ความเข้าใจของผู้จำหน่ายอาหารก็เป็นตัวบ่งบอกถึงความปลอดภัยจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เช่น การใช้ผ้าปิดปากปิดจมูกหรือคลุมผมระหว่างการจำหน่ายอาหารจะช่วยลดการปนเปื้อนได้

4. ปัจจัยภายในและภายนอกของอาหารที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ (Intrinsic And Extrinsic Parameters of Food That Affect Microbial Growth) อาหารส่วนใหญ่มาจากพืชและสัตว์ จึงมีความสำคัญที่จะต้องพิจารณาลักษณะและสมบัติของเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ พืชและสัตว์มีกลไกที่จะต่อสู้กับการแพร่กระจายเข้ามาของจุลินทรีย์ ดังนั้นการนำกระบวนการทางธรรมชาตินี้ มาใช้เป็นวิธีในการป้องกันและชะลอการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์

4.1 ปัจจัยภายใน (Intrinsic Parameters)

ปัจจัยที่มีอยู่ในตัวของเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ ถือว่าเป็นปัจจัยภายในซึ่งได้แก่ pH ความชื้น ออกซิเดชั่น-รีดักชั่น โปเทนเชียล สารอาหาร การมีสารป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์และโครงสร้างทางชีวภาพของอาหารตามธรรมชาติ

4.2 ปัจจัยภายนอก (Extrinsic Parameters)

ปัจจัยภายนอกของอาหาร คือ ลักษณะของสภาวะในการเก็บรักษาอาหารที่กระทบทางอาหารและจุลินทรีย์ซึ่งมีดังนี้

4.2.1 อุณหภูมิในการเก็บรักษา จุลินทรีย์ไม่ว่าในหรือรูปเซลล์เดียวหรือเป็นกลุ่ม จะเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง ดังนั้นการพิจารณาช่วงอุณหภูมิของการเจริญของจุลินทรีย์ จึงมีความสำคัญในการเลือกอุณหภูมิในการเก็บที่เหมาะสมให้กับอาหารแต่ละชนิด

อุณหภูมิเกี่ยวข้องกับความสามารถของจุลินทรีย์ในการเจริญและความคงทนของจุลินทรีย์ ขนาดของเซลล์ สารที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้น เช่น รงควัตถุและสารพิษ ความต้องการสารอาหาร ปฏิกิริยาของเอนไซม์

ความสามารถในการเจริญของจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิต่างๆแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ ประเภทที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ พวกที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิปานกลาง และพวกที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง จุลินทรีย์ที่เจริญที่อุณหภูมิต่ำมีผลต่อการที่เก็บในที่เย็น ส่วนแบคทีเรียที่เจริญที่อุณหภูมิปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นพวกที่มีความสำคัญที่ทำให้อาหารเสียและทำให้เกิดโรค เช่น *Salmonella, Staphylococcus, Clostridium, Shigella* และ *Bacillus* และแบคทีเรียที่เจริญที่อุณหภูมิสูงจะทำให้อาหารเสีย ถ้าเก็บอาหารไว้ที่อุณหภูมิ 50 ถึง 70 องศาเซลเซียส เพื่อรอการจำหน่าย

4.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์ของสิ่งแวดล้อม ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity: RH) ของสภาวะการเก็บอาหารมีความสำคัญต่อทั้งปริมาณน้ำอิสระในอาหารและการเจริญของจุลินทรีย์ที่ผิวหน้า ถ้าอาหารมีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำและเก็บไว้ที่สภาวะ RH สูง อาหารจะดึงความชื้นเข้าสู่ตัวของอาหารจนกระทั่งสู่จุดสมดุล และในทางกลับกัน ถ้าอาหารมีค่าปริมาณน้ำอิสระสูง และเก็บไว้ที่สภาวะ RH ต่ำ อาหารจะสูญเสียความชื้นสู่สิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปอุณหภูมิในการเก็บสูง RH จะต่ำ อาหารที่เสียที่ผิวหน้าอาหารเนื่องจากรา ยีสต์และแบคทีเรียบางชนิด ควรเก็บไว้ที่สภาวะ RH ต่ำ โดยทั่วไปอาหารจะสูญเสียความชื้นสู่สิ่งแวดล้อมอยู่แล้ว ก่อให้เกิดสิ่งที่ไม่พึงปรารถนา

4.2.3 ความเข้มข้นของแก๊สในสิ่งแวดล้อม การเก็บอาหารในสภาวะที่มีปริมาณ CO_2 สูงถึงร้อยละ 10 จะเรียกว่าอยู่ในสภาวะควบคุม (Controlled Atmosphere หรือ Modified Atmosphere, MA) มีการใช้การเก็บแบบ MA ในผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล และลูกแพร์ สันนิษฐานว่า CO_2 เป็นตัวยับยั้งแบบแข่งขันของเอธิลีน ทำให้ผลไม้สุกช้าจึงชะลอการเน่าเสียของผลไม้เนื่องจากเชื้อราและยีสต์หลายชนิด

4.2.4 กิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดอื่น การปนเปื้อนของอาหารจากจุลินทรีย์หลายชนิดจะทำให้มีการเจริญและแก่งแย่งอาหารกันเอง จุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่นจะแสดงลักษณะของตัวเองออกมา โดยทั่วไปแบคทีเรียเจริญได้ดีกว่ายีสต์ และยีสต์เจริญได้เร็วกว่ารา ถ้าแบคทีเรียที่เจริญได้ดีสร้างสารยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียชนิดอื่นออกมา ทำให้แบคทีเรียชนิดอื่นตายหรือเจริญไม่ได้ หรือจุลินทรีย์ชนิดที่เจริญในอาหารได้ก่อน อาจเปลี่ยนแปลงสารอาหารให้เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้

ปัจจัยทั้งภายในและภายนอก ซึ่งมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารนั้นจะเป็นตัวคัดเลือกชนิดของจุลินทรีย์ที่จะเจริญ และการเปลี่ยนแปลงในอาหารทั้งที่เป็นที่ต้องการและไม่ต้องการของผู้บริโภค (วิลาสินี, 2554)

ชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย

จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุสำคัญทำให้อาหารเสียมี 3 ประเภท ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อรา

แบคทีเรีย

แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมาก หน่วยที่ใช้วัดขนาดของแบคทีเรีย คือ ไมโครเมตร (μm) หรือไมครอน 1 ไมครอน มีค่าเท่ากับ 1 ส่วนใน 1,000 มิลลิลิตร แบคทีเรียโดยทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอาหารมีขนาด 0.5 ถึง 2.0 × 2.0 ถึง 10 ไมครอน ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมองเห็นแบคทีเรียมีรูปร่างต่างๆ เช่น รูปทรงกระบอก เป็นแท่งรูปกลมซึ่งอาจวางตัวเกาะเรียงกันเป็นสายหรือเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่นและบางชนิดมีรูปร่างเป็นเกลียว เป็นต้น

แบคทีเรียทั่วไปมีทั้งในสภาพที่กำลังเจริญซึ่งสามารถย่อยสลายอาหารได้ดีและในสภาพพักตัวหรือเรียกว่า ระยะสปอร์ ซึ่งเป็นสภาพที่ยากแก่การทำลายเซลล์ แบคทีเรียส่วนใหญ่ถูกทำลายโดยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พาสเจอร์ไรส์หรือที่อุณหภูมิน้ำเดือด แต่ในสภาพสปอร์สามารถทนต่อการที่ต้มที่ 100 องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลานานถึง 16 ชั่วโมง แบคทีเรียมีทั้งชนิดที่สร้างสปอร์และไม่สร้างสปอร์ ชนิดที่ต้องการออกซิเจนและไม่ต้องการออกซิเจนในการดำรงชีวิต แบคทีเรียเพิ่มจำนวนโดยการแบ่งตัวตามขวางอย่างรวดเร็วเมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม แบคทีเรียจะเพิ่มจำนวนเป็นเท่าๆทุก 30 นาที คือ แบคทีเรียจะเพิ่มจำนวนจาก 1 เซลล์เป็น 2 เซลล์ ดังนั้นถ้าในอาหารมีแบคทีเรียปนเปื้อนเพียง 1 เซลล์ ภายในเวลา 10 ชั่วโมง จะมีจำนวนแบคทีเรียมากกว่าหนึ่งล้านเซลล์

อาหารที่มีแบคทีเรียปนเปื้อนประมาณหนึ่งล้านเซลล์จะมีการเน่าเสียอย่างเห็นได้ชัด ส่วนในกรณีที่อาหารปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียชนิดเป็นพิษในอาหาร แบคทีเรียดังกล่าวจะย่อยสลายสารอาหารและเพิ่มจำนวนไปเรื่อยๆจนกระทั่งเพียงพอที่จะก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ หรือโรคระบบทางเดินอาหาร แบคทีเรียต่างชนิดกันจะก่อให้เกิดโรคในปริมาณที่แตกต่างกัน

ยีสต์

ยีสต์เป็นราชนิดเซลล์เดียว มีขนาด 2 ถึง 60 ไมโครเมตร ซึ่งใหญ่กว่าแบคทีเรียมีรูปกลมหรือกลมรี สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแตกหน่อ (Budding) ที่ปลายของเซลล์ เมื่อโตเต็มที่ก็จะหลุดออกจากแม่เซลล์ทันที หรืออาจแตกหน่อต่อไปได้อีก (กนกรัตน์, 2548) ยีสต์เป็นกลุ่มราที่มีการแบ่งเซลล์ได้ค่อนข้างรวดเร็วบนอาหารเพาะเลี้ยงที่เป็นวุ้น เช่น Abourauddextrose Agar โดยยีสต์แท้ (True Yeast) จะเจริญให้ Yeast Colony ที่เกิดจากเชื้อกองสุมบนผิวอาหาร แต่หากเป็นยีสต์ที่สร้างสายราได้จะให้โคโลนีที่เรียกว่า Yeast Like Colony มีลักษณะคล้าย Yeast Colony แต่จะเห็นส่วนของสายราคล้ายขนนก ฝังในเนื้อของอาหารวุ้นด้วย ยีสต์ส่วนน้อยเท่านั้นที่ก่อโรคในคน ที่พบได้บ่อยเป็นเชื้อที่อยู่ในกลุ่ม *Candida* เช่น *C. aibicans, C. tropicalis* และ *C. glabrata* เชื้อในกลุ่ม *Cryptococcus neoformans* เชื้อในกลุ่ม *Geotrichum* spp. เช่น *Geotrichum candidum* และเชื้อในกลุ่ม *Saccharommyces* spp. เช่น *S. cerevisiae* (บงกชวรรณ, 2550)

ยีสต์เจริญได้ดีในอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลมาก เช่น น้ำผลไม้ และชอบอาหารที่มีรสเปรี้ยว จึงทนต่ออาหารที่มีกรดได้ดีกว่าแบคทีเรีย สปอร์ของยีสต์ไม่ทนต่อความร้อน อุณหภูมิเพียง 77 องศาเซลเซียส ก็สามารถทำลายสปอร์ของยีสต์ได้ เป็นคุณสมบัติที่ตรงกันข้ามกับสปอร์ของแบคทีเรีย ซึ่งทนต่อความร้อนได้ดีมาก

อาหารที่เกิดการเสียจากยีสต์มักมีกลิ่นหมัก มีเมือกและฝ้าเกิดขึ้นบริเวณผิวหน้า สำหรับเครื่องดื่มจะขุ่นและมีฟองแก๊สเกิดขึ้น ยีสต์มีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถใช้เอนไซม์ย่อยกรดอินทรีย์ต่างๆที่ใช้ในการถนอมอาหาร เช่น กรดแล็กติก กรดซิตริก และกรดแอซิติกได้ เมื่อยีสต์ใช้กรดต่างๆ ดังกล่าว กรดจะมีความเข้มข้นลดลงเป็นผลให้อาหารมีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียชนิดที่เป็นสาเหตุของอาหารเน่าเสียได้

อาหารที่เกิดการเสื่อมคุณภาพและเน่าเสียจากยีสต์ ส่วนใหญ่ได้แก่อาหารที่มีปริมาณน้ำตาลค่อนข้างสูง เช่น แยม น้ำเชื่อม และผลไม้แห้ง ซึ่งเกิดจาก *S. rouxii* และ *Schizosaccharomyces octosporus* นอกจากนี้อาหารที่มีปริมาณเกลือมาก เช่น เบคอนและเนื้อเค็ม มักเกิดการเสื่อมคุณภาพจากยีสต์ได้เช่นกัน ส่วนมากเกิดจาก *Hansenula, Torulopsis* และ *Saccharomyces*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อรา

สมบัติทั่วไปของเชื้อรา

ชูลี (2546) กล่าวถึง ชีววิทยาของเชื้อราในแง่ของสมบัติทั่วไปของเชื้อราไว้ว่าเชื้อรา (Fungi) เป็นจุลินทรีย์จำพวก ยูแคริโอตชั้นต่ำ (Lower Eukaryotes) ที่มีจำนวนโครโมโซมเพียงชุดเดียว (Haploid) โดยทั่วไปมีลักษณะที่ปรากฏเห็นเป็นเส้นใยบางๆ ฟูกระจายบนผิวหน้าวัตถุที่เจริญอยู่ แต่ก็มีบางชนิดที่เจริญเป็นเซลล์เดียวเดี่ยวๆ เช่น ยีสต์ ซึ่งมีลักษณะโคโลนีที่จำกัดคล้ายแบคทีเรีย แต่ผิวหน้าจะขุ่นขาวไม่เปียกเยิ้มเหมือนแบคทีเรีย เชื้อราส่วนใหญ่มีการดำรงชีพทั้งที่เป็นอิสระ หรือแซปโปรไฟต์ (Free Living or Saprophyte) และที่ก่อให้เกิดโรคกับพืชและสัตว์ (Plantand Animal Pathogens)

พรพรรณ (2548) กล่าวถึง ลักษณะของเชื้อราไว้ว่าเป็นพวกยูแคริโอต เจริญเติบโตโดยใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานและคาร์บอน เรียกว่า พวก Chemoheterotroph ไม่มีคลอโรฟิลล์ ส่วนใหญ่ไม่เคลื่อนที่และสืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ ซึ่งมีทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ รามีลักษณะคล้ายพืชแต่ไม่มีลำต้น ราก ใบ และระบบท่อที่สลับซับซ้อน นอกจากนี้เชื้อรายังเก็บสะสมคาร์โบไฮเดรตในรูปของไกลโคเจน ในขณะที่พืชเก็บในรูปของแป้ง ผนังเซลล์ของเชื้อรามีไคติน กลูแคน แมนแนนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ผนังเซลล์เป็นส่วนที่ทำให้เชื้อราคงรูปร่าง เชื้อรามีรูปร่างทั้งที่เป็นเซลล์เดียว ได้แก่ ยีสต์ และหลายเซลล์ ได้แก่ ราสาย

ปรียา และสุดสวย (2546) กล่าวไว้ว่า เชื้อราเป็นจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง พบอยู่ทั่วไป มีรูปร่างลักษณะและสีต่างๆกัน มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เซลล์ของเชื้อรามีรูปร่างติดต่อกันเป็นเส้นใย และสร้างสปอร์ขึ้นที่ปลายของเส้นใย ทำหน้าที่สำหรับขยายพันธุ์ เชื้อราที่เป็นสาเหตุของอาหารเสีย ได้แก่ *Penicillium*, *Aspergillus* และ *Rhizopus*

เชื้อรา นอกจากจะเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ผัก ผลไม้ และอาหารแห้งเน่าเสีย มีสีและกลิ่นผิดปกติแล้ว ยังมีเชื้อราบางชนิด คือ *A. flavus* ซึ่งเมื่ออยู่ในสภาพที่เหมาะสม เช่น ถั่งลิสง หรือข้าวโพดที่มีความชื้นมากหรือรอยแตก เชื้อราชนิดนี้จะเจริญได้ดีและสร้างสารพิษ Aflatoxin ขึ้น แล้วปล่อยให้แทรกซึมเข้าไปในเนื้ออาหาร Aflatoxin เป็นสารพิษที่ทนความร้อนได้สูงมากถึง 260 องศาเซลเซียส ความร้อนที่ใช้ในการหุงต้มธรรมดาไม่สามารถทำลายสารพิษชนิดนี้ได้

การเน่าเสียของผักและผลไม้ ส่วนใหญ่มักเริ่มจากเชื้อราเข้าไปย่อยแป้ง (Starch) และน้ำตาล เอนไซม์ต่างๆจากเชื้อรา เช่น Transeliminase และ Esterase ไปทำลายเนื้อเยื่อของพืช Cellulase มีหน้าที่ย่อยผนังเซลล์ของผักและผลไม้ ส่วน Protease, Amylase และเอนไซม์ต่างๆที่ย่อยคาร์โบไฮเดรตจะทำหน้าที่ทำลายโพรโทพลาสซึมได้ภายในระยะเวลาเพียงไม่กี่วัน เชื้อราก็สามารถทำลายโครงสร้างของผักและผลไม้เกือบหมด การเจริญของเชื้อราในผักและผลไม้โดยทั่วไป จะทำให้เนื้อเยื่อของพืชแตกสลายและเกิดการเน่าเสีย นอกจากเชื้อราเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผักผลไม้เน่าแล้ว เชื้อรายังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ขนมปังและผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เสื่อมคุณภาพ มีกลิ่นอับ มีกลิ่นเชื้อรา และสามารถมองเห็นโคโลนีของเชื้อราได้ชัดเจน

เชื้อราชนิดที่เป็นสาเหตุสำคัญทำให้อาหารต่างๆ เกิดการเน่าเสีย ได้แก่ *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Fusarium* และ *Mucor* ส่วนการเน่าเสียของอาหารแห้งทุกชนิดมักเกิดจากเชื้อราชนิดที่ทนต่อความแห้งได้ดี คือ *Xeromyces biosporus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

สุมณฑา (2543) กล่าวถึง โรคที่เกิดจากจุลินทรีย์ คือ โรคอาหารเป็นพิษ หมายถึง โรคที่เกิดจากการบริโภคอาหารซึ่งส่วนมากมีสาเหตุมาจากจุลินทรีย์ อาการของโรคที่รู้จักกันทั่วไป คือ ปวดท้อง ท้องเสีย และบางครั้งอาจมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน และอาจมีไข้ร่วมด้วย จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้แก่

S. aureus

เชื้อ *S. aureus* เป็นเชื้อที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก มีลักษณะกลมอยู่รวมกลุ่มคล้ายพวงองุ่น สร้างสารพิษที่ขับออกมานอกเซลล์ เรียกว่า เอนเทอโรทอกซิน (Enterotoxin)

แหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ

ตามปกติแบคทีเรียจำพวกแสตปฟิโลคอกไค เจริญแข่งขันกับแบคทีเรียอื่นๆ ได้ไม่ดีนัก พบทั่วไปในธรรมชาติ แต่ที่เป็นปัญหาก่อโรคเกิดการระบาดขึ้นบ่อยๆ พบว่ามาจากคน พบตามส่วนต่างๆ ของมนุษย์และสัตว์ เช่น ในโพรงจมูกของคนปกติ ในลำคอ ตามผิวหนัง โดยเฉพาะมือ ขน ผม ในอุจจาระ และในคนหรือสัตว์ที่มีแผลหรือการอักเสบของอวัยวะ

อาหารที่เกี่ยวข้อง

เชื้อ *S. aureus* สามารถเจริญได้ดีในอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะอาหารที่มีโปรตีนหรืออาหารที่ประกอบด้วยส่วนผสมหลายชนิดและมีช่วงพีเอชเหมาะสม อาหารที่ใช้มือสัมผัสโดยตรงเป็นอาหารที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคอาหารเป็นพิษจาก *S. aureus* แบคทีเรียชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตบนอาหารที่มีเกลือแกงและมีน้ำตาลสูง เชื้อ *S. aureus* เจริญได้ดีที่มีอุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังสามารถเจริญได้ในช่วงที่อุณหภูมิกว้างมากคือ 6 ถึง 48 องศาเซลเซียส ในอาหารที่มีเกลือแกงสูง (ร้อยละ 10) ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ส่วนมากไม่สามารถเจริญได้แต่เชื้อ *S. aureus* กลับเจริญได้ดี ทั้งนี้เพราะทนเกลือได้ดีกว่า

อาการทั่วไปของโรค

อาการของโรคมักเกิดขึ้นประมาณ 4 ชั่วโมงหลังบริโภคอาหารที่มีสารพิษเข้าไป อาการของผู้ป่วย คือ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องรุนแรง ท้องเสีย เหงื่อแตก ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย และบางครั้งมีไข้ด้วย ตามปกติอาการจะทรงอยู่ราว 24 ถึง 48 ชั่วโมง อัตราการตายต่ำมาก การบำบัดรักษาที่ดีที่สุดสำหรับคนปกติคือให้นอนพัก และให้บริโภคน้ำสะอาดผสมเกลือแร่ เหตุที่เกิดอาการของโรคเกิดจากเอนเทอโรทอกซิน ที่แบคทีเรียสร้างขึ้นและขับออกมาในอาหาร อาหารที่เป็นสื่อเกิดในอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะอาหารที่ผ่านการสัมผัสด้วยมือแล้วไม่ผ่านความร้อนอีก

โรคที่เกิดจากเชื้อ *S. aureus*

1. โรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ *S. aureus* อาการอุจจาระร่วง คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดินอย่างแรงจนอ่อนเพลียมาก ปวดท้อง เป็นตะคริวได้ในรายที่รุนแรงอาจช็อกได้ แต่ส่วนใหญ่จะดีขึ้นใน 8 ถึง 24 ชั่วโมง สาเหตุเกิดจากการรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนสารพิษ Enterotoxin ของเชื้อ ร้อยละ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึง 50 *S. aureus* สร้างสารพิษ 8 ชนิด A, B, C1, C2, C3, D, E, H สารพิษนี้สามารถทนความร้อนต้มนานครึ่งชั่วโมงยังสามารถอยู่ได้ กลิ่นสีอาหารเหมือนเดิมเมื่อรับประทานอาหารปนเปื้อนเชื้อนี้ 1 ถึง 6 ชั่วโมง จะเกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องเดิน ถ้ารุนแรงอาจช็อกได้ ติดต่อได้โดยการดื่มน้ำหรืออาหารที่มีเชื้อปนเปื้อน ป้องกันโดยไม่ให้ผู้ป่วยติดเชื้อปรุงอาหาร

2. ทำให้เกิดเชื้อมรณะ MRSA เชื้อ *S. aureus* สามารถพบที่ผิวหนัง เยื่อบุร่างกาย เช่น รูจมูก เมื่อกลไกป้องกันของคนเสียหาย เช่น มีแผลผิวหนัง ฉีดยาเสพติดเข้าเส้น เชื้อก็สามารถเข้าสู่ร่างกาย เช่น ผิวหนัง ปอด ลิ้นหัวใจอักเสบ อาจทำให้เสียชีวิตได้ถ้าเชื้อดื้อยาที่รักษา METHICILIN ตำแหน่งที่เกิดโรคจากเชื้อ *S. aureus* ซึ่งบางกรณีอาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้แก่

2.1 ผิวหนังอักเสบ ฝี
2.2 ระบบทางเดินอาหาร ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ
2.3 ปอดบวม หนองในช่องหุ้มปอด
2.4 หัวใจ สำหรับผู้ฉีดยาเข้าเส้น ทำให้ลิ้นหัวใจอักเสบ
2.5 ข้อติดเชื้อ
2.6 เชื้อเข้ากระแสโลหิตทั่วร่างกาย ซึ่งอันตรายต่อการเสียชีวิตสูงสุด

C. perfringens

C. perfringens เป็นแบคทีเรียแกรมบวกรูปร่างเป็นท่อน เจริญในสภาวะไร้อากาศ (Anaerobic) สร้างสปอร์รูปไข่ที่ปลายข้างใดข้างหนึ่งของเซลล์ จะทำให้เกิดความผิดปกติขึ้นในระบบทางเดินอาหาร

แหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ

เชื้อ *C. perfringens* พบทั่วไปในดินและสิ่งแวดล้อม ฝุ่นละออง อากาศ ตะกอนน้ำเสีย อุจจาระของคนและสัตว์ และปนมากับอาหารประเภทเนื้อสัตว์ เป็ด ไก่ ผักที่ปลูกลงดิน และเครื่องเทศ โดยเฉพาะพืชผลทางการเกษตร และอาหารที่ตากแดดหรือวางไว้ท่ามกลางฝุ่นละออง

อาหารที่เกี่ยวข้อง

อาหารที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการระบาดของเชื้อ *C. perfringens* มักเป็นอาหารที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบผ่านการต้ม นึ่ง หรือปิ้งย่างมาแล้ว เนื้อสัตว์และสัตว์ปีกที่นำมานึ่งทิ้งไว้ให้เย็นลงหลายชั่วโมง หรืออาจทิ้งไว้ค้างคืนเพื่อใช้บริโภคในวันถัดไป อาหารที่มี *C. perfringens* ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูง เมื่อถูกบริโภคเข้าไปในร่างกาย แบคทีเรียจะเข้าไปยังลำไส้ สภาวะไร้อากาศภายในลำไส้เล็กจะกระตุ้นให้เชื้อนี้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและสร้างสปอร์ขึ้นมา ในการสร้างสปอร์ขึ้นมาเชื้อ *C. perfringens* จะสร้างสารพิษ Enterotoxin ขึ้นและเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ

อาการทั่วไปของโรค

เชื้อนี้ มีระยะฟักตัวใช้เวลาประมาณ 6 ถึง 24 ชั่วโมง แต่ส่วนมากผู้ป่วยจะแสดงอาการภายใน 8 ถึง 12 ชั่วโมง หลังจากรับประทานอาหารที่มีเชื้อ *C. perfringens* ปนเปื้อน อาการที่เด่นชัดคือ ถ่ายอุจจาระมีน้ำมากและปวดท้อง ร่วมกับอาการคลื่นไส้และปวดศีรษะในบางครั้ง ตามปกติผู้ป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มักไม่อาเจียนและไม่มีไข้ อาการป่วยนับว่าไม่รุนแรง อาการจะทรงอยู่ราว 12 ถึง 24 ชั่วโมง เมื่อถ่ายสารพิษออกไปหมดแล้วผู้ป่วยก็จะกลับคืนสู่สภาพปกติ

โรคที่เกิดจากเชื้อ *C. perfringens*

1. โรคอาหารเป็นพิษ ลักษณะโรค เป็นความผิดปกติที่ลำไส้โดยแสดงอาการเริ่มต้นทันทีด้วยอาการปวดเสียดท้องและท้องเสียตามมา รวมทั้งมีอาการคลื่นไส้ร่วมด้วย แต่มักจะไม่พบอาการอาเจียนหรือมีไข้ โดยทั่วไปอาการจะไม่รุนแรงและปรากฏในช่วงระยะเวลาสั้นๆเพียงวันเดียว หรืออาจน้อยกว่า และมักไม่พบผู้เสียชีวิตในรายที่มีสุขภาพแข็งแรง

2. เชื้อก่อโรค *C. perfringens* ชนิดสายพันธุ์ A (หรือ *C. welchii*) เป็นสาเหตุให้เกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ (และยังเป็นสาเหตุทำให้เกิด Gas Gangrere ด้วย) ส่วนชนิดสายพันธุ์ C เป็นสาเหตุทำให้เกิด Neerotizing Enteritis โดยที่เชื้อสามารถผลิตสารพิษที่ก่อให้เกิดโรค

การเกิดโรคพบได้ทั่วไปและพบบ่อยในประเทศที่มีวิธีการประกอบอาหารที่เอื้อให้เชื้อเพิ่มจำนวนได้มาก

***Salmonella* sp.**

Salmonella sp. เป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่มีความรุนแรง อยู่ในตระกูลเอนเตอโรแบคเทอริซิอี เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นท่อนสั้นไม่สร้างสั้นไม่สร้างสปอร์ เจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีอากาศ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อ *Salmonella* sp. ประมาณ 37 องศาเซลเซียส ช่วงพีเอช ในการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 4.1 ถึง 9.0 ส่วนค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตประมาณ 0.93 ถึง 0.95 เชื้อ *Salmonella* sp. มีความสามารถในการทนความร้อนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิด สายพันธุ์ และผลจากสิ่งแวดล้อมในการเติบโต

แหล่งที่อยู่อาศัยของเชื้อตามธรรมชาติ

แหล่งที่อยู่อาศัยลำดับแรกของเชื้อ *Salmonella* sp. คือ ลำไส้หรือทางเดินอาหารของคนและสัตว์ เช่น สัตว์ปีก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลี้ยง รวมทั้งแมลง แบคทีเรียจะออกมาทางอุจจาระ อาศัยสัตว์ แมลงและน้ำแพร่กระจายไปสู่สิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ ปุ๋ย ซากสัตว์ที่เน่าเปื่อย วนเวียนเข้าสู่วงจรห่วงโซ่อาหารสู่ลำไส้ของมนุษย์และสัตว์

อาหารที่เกี่ยวข้อง

เชื้อ *Salmonell*a sp. แพร่ไปได้ง่ายกับน้ำ อาหารและสิ่งแวดล้อม เชื้อนี้จึงเป็นปัญหากับอาหารหลายชนิด รวมทั้งผัก ผลไม้ นม และผลิตภัณฑ์นม

อาการทั่วไปของโรค

ผู้ได้รับเชื้อโรคอาหารเป็นพิษจาก *Salmonella* sp. โดยปกติจะแสดงอาหารป่วยภายหลังจากได้รับเชื้อ 6 ถึง 72 ชั่วโมง แต่โดยทั่วไปอาการจะปรากฏขึ้นภายในเวลา 12 ถึง 36 ชั่วโมง หลังได้รับเชื้อ โดยจะเกิดความผิดปกติที่ทางเดินอาหาร ผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้อาเจียน ปวดท้อง ปวดศีรษะ หนาวสั่นและท้องเดิน ตามด้วยอาการเหงื่อแตก อ่อนเพลีย ปวดเมื่อยตามกล้ามเนื้อ เป็นลมมีไข้ปานกลาง มึนงง อาการมักอยู่ราว 2 ถึง 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคที่เกิดจากเชื้อ *Salmonella* sp.

1. อาการไข้ไทฟอยด์ (Enteric Fevers) ได้แก่ โรคไข้ไทฟอยด์และพาราไทฟอยด์เป็นโรคติดเชื้อที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *S. thyphi* ส่วนพาราไทฟอยด์มีสาเหตุมาจากเชื้อ *S. parathyphi* A B และ C จะเกิดขึ้นเฉพาะกับคนเท่านั้น พาราไทฟอยด์มีระยะฟักตัว 1 ถึง 10 วัน มีอาการโลหิตเป็นพิษเนื่องจากเชื้อเข้ากระแสเลือด (Bacteremia) เกิดขึ้น ในตอนแรกมักมีไข้อยู่ 1 ถึง 3 สัปดาห์ ไม่ค่อยมีผื่น ส่วนไข้ไทฟอยด์มีระยะฟักตัว 10 ถึง 14 วัน มีไข้สูงตลอด ปวดหัว ท้องผูก อ่อนเพลียในสัปดาห์แรก อาจมีผื่นขึ้นตามลำตัว ปวดกล้ามเนื้อ ไข้สูงตลอดเวลา (39.5 ถึง 40.0 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 7 ถึง 10 วัน และลดลงในสัปดาห์ที่ 3 หรือ 4 อุจจาระมีเลือดปนออกมาด้วย การติดเชื้อได้รับเชื้อปนเปื้อนเข้าไปในอาหารและน้ำดื่ม เชื้อจะเข้าสู่กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ไปตามทางเดินอาหารและเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิต

2. อาการโลหิตเป็นพิษ (Septicem) การติดเชื้อในเลือดมักเกิดจากเชื้อ *S. choleraesuis* เป็นส่วนใหญ่ เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะไปเจริญในกระแสเลือด เพิ่มจำนวนขึ้น ทำให้คนมีไข้สูง หนาวสั่น เบื่ออาหาร น้ำหนักตัวลดลง การแยกเชื้อจะพบในกระแสเลือดเท่านั้น มักไม่พบเชื้อในอุจจาระ โรคนี้จะเป็นอยู่นานจนเรื้อรัง แบคทีเรียในเลือดจะกระจายไปทุกส่วนของร่างกายทำให้ปอดอักเสบ ไตอักเสบ เยื่อหุ้มสมองอักเสบ เยื่อบุหัวใจอักเสบ ไขกระดูกและกระดูกอักเสบ

3. อาการระบบทางเดินอาหาร (Gastroenteritis) เกิดจากเชื้อ *S. typhimurium*, *S. enteritidis* มีระยะฟักตัวของโรคเป็นเวลา 12 ถึง 24 ชั่วโมง หรือมีอาการหลังจากกินอาหารที่มีเชื้อปนเปื้อน 8 ถึง 48 ชั่วโมง อาการของโรค คือ ปวดศีรษะรุนแรง คลื่นไส้ อาเจียน อุจจาระร่วงรุนแรง ปวดท้อง มีไข้ต่ำ มักเป็นอยู่ 2 ถึง 5 วัน เชื้อจะเจริญอยู่ในลำไส้เท่านั้น ทำให้ถ่ายอุจจาระเหลวมีมูกเลือด ไม่พบเชื้อในเลือด แต่จะพบอุจจาระนานถึง 3 ถึง 4 สัปดาห์ หรือบางรายนานเป็นเดือน

E. coli

E. coli เป็นแบคทีเรียแกรมลบที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์ จำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ทำให้เกิดโรคในทางเดินอาหาร (Enteropathogenic *E. coli*) กลุ่มที่ทำลายเซลล์ในระบบทางเดินอาหาร (Enteroinvasive *E. coli*) กลุ่มที่สร้างสารพิษขึ้นในทางเดินอาหาร (Enterotoxigenic *E. coli*) กลุ่มที่ทำให้เกิดเลือดออกในทางเดินอาหาร (Enterohemorrhagic *E. coli*) และกลุ่มที่ทำให้เกิดการรวมตัวของเซลล์บุผลังลำไส้ (Enteroaggregative *E. coli*) เชื้อ *E. coli* มีรูปร่างเป็นแท่งขนาด 1 ถึง 2 ไมโครเมตร สามารถเจริญได้ในสภาวะที่มีหรือไม่มีออกซิเจน เคลื่อนที่โดยใช้ Paritrichous Flagella ไม่สร้างสปอร์ สามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 10 ถึง 40 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิภายในร่างกายของสัตว์เลือดอุ่น

แหล่งที่อยู่อาศัยของเชื้อตามธรรมชาติ

แหล่งที่อยู่อาศัยของเชื้อตามธรรมชาติของเชื้อ *E. coli* คือ ลำไส้ของมนุษย์และสัตว์ การแพร่กระจายเกิดจากเชื้อปนเปื้อนมากับอุจจาระแล้วแพร่ไปกับดิน น้ำ ซากสัตว์ที่นำมาใช้ทำเป็นอาหาร ตลอดจนอาหารทะเลที่ปนเปื้อนด้วยน้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากการแพร่กระจายของเชื้อผ่านไปกับระบบทางเดินอาหารเป็นส่วนใหญ่ และปนเปื้อนลงในสิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งผลิตอาหารของมนุษย์ ดังนั้นการบริโภคอาหารที่มีเชื้อ *E. coli* ปนเปื้อนโดยไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนอย่างเพียงพอ จึงมักเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษขึ้น

อาการทั่วไปของโรค

เชื้อนี้มีระยะฟักตัวใช้เวลาประมาณ 8 ถึง 44 ชั่วโมง หลังบริโภคอาหารที่มีเชื้อปนเปื้อนเฉลี่ยระยะฟักตัวของเชื้อใช้เวลา 26 ชั่วโมง อาการอาจเริ่มจากท้องเดินในระดับปานกลางจนถึงรุนแรง อาจมีการสูญเสียน้ำและหมดสติร่วมด้วย ผู้ป่วยตามปกติจะไม่มีไข้ อาการท้องร่วงจะหยุดภายในเวลา 30 ชั่วโมง แต่ในกรณีที่รุนแรงจะเกิดการเสียน้ำ อ่อนเพลีย และหัวใจทำงานผิดปกติหรือหยุดทำงานได้ อาการของโรคคล้ายกับอาการของผู้ป่วยจากเชื้ออหิวาต์ แต่อาจจะไม่รุนแรงเท่า

ปัจจัยในการทำให้เกิดโรค

การที่ *E. coli* ทำให้เกิดโรคได้เนื่องจากมี Virulence Factors หลายชนิด ที่ไม่พบใน *E. coli* ที่เป็นเชื้อประจำถิ่น อย่างน้อยที่สุดจะต้องมีปัจจัยอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ

1. มีความสามารถที่จะเกาะติดกับเซลล์บางชนิด และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

2. มีความสามารถ ที่จะบุกรุกและเข้าไปเจริญในเซลล์ของเยื่อบุผิวลำไส้

3. มีความสามารถในการสร้าง Enterotoxin ที่ทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำและของเหลวจึงเกิดอาการท้องร่วง การสร้าง Cytotoxin ที่ไปขัดขวางการสังเคราะห์โปรตีน จึงทำให้เกิดการตกเลือดที่ลำไส้ (Hemorrhagic Colitis)

4. การมีแคปซูลที่ป้องกันไม่ให้ถูกเม็ดเลือดขาวจับกิน

Virulence Factors ที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วงนี้ เกิดจากยีนในพลาสมิด จึงสามารถถ่ายทอดยีนนี้ไปยัง *E. coli* สายพันธุ์อื่นโดยวิธี Transduction หรือวิธี Recombination *E. coli* สายพันธุ์ต่างๆที่ทำให้เกิดโรค แบ่งออกได้ดังนี้

4.1 Enterotoxigenic *E. coli* เป็นสาเหตุของโรคอุจจาระร่วงอย่างรุนแรง สารพิษที่ทำให้เกิดโรคเป็นพวก Exotoxin แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ สารพิษที่ไม่ทนความร้อนและสารพิษที่ทนความร้อนได้

4.2 Enteroinvasive *E. coli* ทำให้เกิดโรคแผลในลำไส้ เพราะเชื้อบุกรุกเข้าไปในผนังลำไส้แล้ว ทำให้เกิดแผล อาการคล้ายโรคบิดไม่มีตัวที่เกิดจาก *Shigella*

4.3 Enteropathogenic *E. coli* กลไกในการทำให้เกิดโรคยังไม่ทราบแน่ชัด เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วงในเด็กเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคที่เกิดจากเชื้อ *E. coli*

1. โรคอุจจาระร่วง จะพบในกลุ่มคน 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นเด็กเล็ก เรียกโรคที่เกิดขึ้นว่า Infantile Diarrhea ส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อ Enteropathogenic เด็กได้รับเชื้อปนมากับน้ำ นม อาหาร อีกกลุ่มหนึ่งเป็นโรคอุจจาระร่วงจาก *E. coli* คือ ผู้ใหญ่ที่เดินทางไปต่างถิ่น เรียกโรคนี้ว่า Travelers Diarrhea เกิดจากเชื้อ Enteropathogenic *E. coli* ระยะฟักตัว 5 ถึง 15 วัน อาการถ่ายอุจจาระเป็นน้ำมีไข้ต่ำๆ คลื่นไส้ อาเจียน

2. โรคติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ มักมีสาเหตุมาจากเชื้อที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของผู้ป่วยเอง การติดเชื้อพบบ่อยในผู้หญิง เนื่องจากท่อปัสสาวะค่อนข้างจะสั้นและตรงเข้าสู่กระเพาะปัสสาวะจึงทำให้เกิดโรคการติดเชื้อที่กระเพาะปัสสาวะ เกิดกระเพาะปัสสาวะอักเสบ ซึ่งอาจจะลุกลามไปยังไตได้ด้วย

โรคติดเชื้ออื่นๆ ที่เกิดจากเชื้อ *E. coli* เช่น เยื่อหุ้มสมองอักเสบในเด็กเกิดใหม่ ปอดบวม แผลติดเชื้อ และโลหิตเป็นพิษ มักเกิดเนื่องจากการผ่าตัด การใช้เครื่องช่วยหายใจ การใช้สายสวนท่อปัสสาวะ

เชื้อรา

เชื้อรา เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไม่จัดว่าเป็นพืชหรือสัตว์ พบอยู่มากมายตามธรรมชาติในสิ่งแวดล้อมรอบๆตัวเรา เช่น ในน้ำ ดิน อากาศ และตามร่างกายของคนและสัตว์ เชื้อราส่วนใหญ่มีประโยชน์ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร แต่มีเชื้อราบางส่วนที่ก่อให้เกิดโทษเนื่องจากการสร้างสารพิษ สารพิษจากเชื้อราเรียกว่า Mycotoxins เป็นสารเมตาโบไลท์ที่เชื้อราผลิตขึ้นมา ซึ่งอาจจะเป็นพิษ หรือทำให้เกิดผลร้ายต่อร่างกายสิ่งมีชีวิตต่างๆ โดยเฉพาะสัตว์ หรือคนที่ได้รับสารพิษจากเชื้อรา มีผลทำให้เกิดพิษได้อย่างเฉียบพลัน หรือต้องใช้ระยะเวลาช่วงหนึ่งจึงจะแสดงพิษ สารพาบางชนิดอาจทำให้เป็นมะเร็ง บางชนิดอาจก่อให้เกิดการกลายพันธุ์กับสิ่งมีชีวิต หรืออาจทำให้เกิดความผิดปกติระหว่างการพัฒนาของตัวอ่อนทำให้ตัวอ่อนมีรูปร่างผิดปกติ การเกิดพิษจะเกิดขึ้นในการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของพิษจากเชื้อราเข้าไป หรือนำอาหารที่มีสารพิษจากเชื้อราไปเลี้ยงสัตว์ ก็อาจทำให้เกิดพิษได้ การเกิดพิษจากเชื้อราเรียกว่า ไมโคทอกซิโคซีส สารพิษจากเชื้อราทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพร่างกายมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยอื่นๆด้วย เช่น ความสมบูรณ์ของร่างกาย การดื่มสุรา การได้รับการรักษาด้วยยาบางชนิด อาหารที่รับประทาน เป็นต้น อาการพิษเกิดขึ้นเนื่องจากสารพิษจากเชื้อราเข้าไปทำลาย DNA, RNA และโปรตีน ทำให้เกิดพิษต่ออวัยวะต่างๆ เช่น พิษต่อตับ (Hepatotoxin) ได้แก่ อะฟลาทอกซิน (Aflatoxin) พิษต่อไต (Nephrotoxin) พิษต่อระบบประสาท (Neurotoxin) พิษต่อระบบทางเดินอาหาร (Alimentary Tract Toxin) พิษต่อระบบฮอร์โมน (Estrogenic Mycotoxin) และพิษอื่นๆ

การปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจการผลิตอาหารและที่สำคัญกว่านั้นก็คือ มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ สารพิษจากเชื้อราที่เป็นปัญหาหลักของการปนเปื้อนอาหาร คือ

1. อะฟาท็อกซิน บี 1 บี 2 จี 1 จี 2 เอ็ม 1 เอ็ม 2 (Aflatoxins B1 B2 G1 G2 M1 M2) เชื้อราหลักที่สร้างสารพิษ คือ *A. flavus*

2. สเตอริกมาโตซิสติน (Sterigmatocystin) เชื้อราหลักที่สร้างสารพิษ คือ *A. versicolor*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ซีราลีโนน (Zearalenone) เชื้อราหลักที่สร้างสารพิษ คือ *Fusarium graminearum*

4. โอคราท็อกซิน (Ochratoxins) เชื้อราหลักที่สร้างสารพิษ คือ *Penicillium viridicatum*

5. พาทูลิน (Patulin) เชื้อราหลักที่สร้างสารพิษ คือ *P. patulum*

6. ที-2 ท็อกซิน ทริโคเทซีเนส (T-2 Txin, Tichothecenes) เชื้อราหลักที่สร้างสารพิษ คือ *Fusarium ticinctum*

อันตรายที่เกิดจากเชื้อรา

ลักษณะเฉียบพลัน ถ้าได้รับเข้าในปริมาณมากจะเป็นไข้ โคม่า ชัก หายใจลำบาก ตับ ไต สมองบวม และอาจถึงตายได้ในเด็กเล็ก

ลักษณะเรื้อรัง เมื่อได้รับเข้าไปในปริมาณน้อยแต่บ่อยครั้งจะมีการสะสมสารพิษในตับจนอาจจะเกิดเป็นโรคมะเร็งในตับได้ (กชกร, 2547)

2.11 การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอาหาร

สุมณฑา (2543) ได้กล่าวเกี่ยวกับการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอาหารไว้ว่า การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอาหารจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ทางตรง และการตรวจวิเคราะห์ทางอ้อม การตรวจวิเคราะห์ทางตรงเป็นการตรวจหาเซลล์ของจุลินทรีย์โดยตรงจากอาหาร ส่วนการตรวจวิเคราะห์ทางอ้อมเป็นการตรวจหาสารบางชนิดที่จุลินทรีย์ขับออกมา

1. การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ทางตรงอาศัยเทคนิค ต่อไปนี้

1.1 เทคนิคการตรวจดูรูปร่างลักษณะของจุลินทรีย์จากอาหารโดยตรงใต้กล้องจุลทรรศน์ (Direct Microscopic Examination) เป็นการตรวจดูรูปร่างลักษณะของจุลินทรีย์จากอาหารโดยตรงด้วยกล้องจุลทรรศน์ เทคนิคนี้ใช้ตัวอย่างอาหารน้อยมากหยดลงบนแผ่นสไลด์ ปิดทับด้วยโคเวอร์สลิบ เรียกว่า Wet Mount ถ้าต้องการดูลักษณะการเคลื่อนที่ของจุลินทรีย์ด้วยต้องหยดน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ในกรณีที่อาหารเป็นของแข็ง แล้วปิดทับด้วยโคเวอร์สลิบ ใช้พาราฟินร้อนทับมุมของทั้ง 4 ด้านของโคเวอร์สลิบโดยรอบเพื่อปิดมิให้อากาศผ่าน นำแผ่นสไลด์มาตรวจดูใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเฟสคอนทราสท์ ซึ่งมีระบบป้องกันการสะท้อนแสง

1.2 เทคนิคการตรวจนับเซลล์จุลินทรีย์จากอาหารโดยตรงใต้กล้องจุลทรรศน์ (Direct Microscopic Count) เป็นเทคนิคที่พัฒนาจากการตรวจเซลล์จุลินทรีย์ในอาหารโดยตรงด้วยกล้องจุลทรรศน์ ที่เรียกว่า เทคนิค DEFT (Direct Epifluorescent Filter Technique) ใช้ตัวอย่างในปริมาณมาก นำมากรองแบคทีเรียผ่านแผ่นกรองที่ทำด้วยโพลิคาร์บอเนต เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของแบคทีเรีย และเพิ่มความไวของเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ จากนั้นทำการย้อมสีแบคทีเรียที่ติดค้างอยู่บนแผ่นกรองด้วยสีอะคริดีนโอเรนจ์ (Acridine Orance) ตรวจนับเซลล์จุลินทรีย์โดยตรงด้วยกล้องจุลทรรศน์เรืองแสง และได้พัฒนาต่อไป คือ ทำให้สามารถตรวจนับเฉพาะจุลินทรีย์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้ ทั้งนี้กระทำได้โดยการนำแผ่นกรองไปบ่มเพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เลือกเฉพาะกลุ่มแบคทีเรียที่ต้องการแล้วตรวจนับด้วยกล้องจุลทรรศน์สะท้อนแสง

1.3 เทคนิคการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ (Culturing Methods) เป็นการกระตุ้นให้จุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่เจริญขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนมากขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว หรือบนพื้นผิววุ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารเพื่อตรวจนับจำนวน (Enumeration Methods) การเพาะเลี้ยงเพื่อตรวจนับจุลินทรีย์ในอาหาร มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพ และความปลอดภัยด้านจุลินทรีย์ในอาหาร เทคนิคการตรวจนับมีหลายเทคนิค ดังนี้

1.3.1 สแตนดาร์ด เพลท เคาท์ หรือเรียกย่อว่า SPC (Standard Plate Count –SPC)
1.3.2 การกรองแบคทีเรียก่อนเพาะเชื้อบนวุ้นอาหาร (Membrane Filters)
1.3.3 ไมโครโคโลนี ดีอีเอฟที (Microcolony - DEFT)
1.3.4 ไฮโดรโฟบิค กริด เมมเบรนฟิลเตอร์ (Hydrophobic Grid Membrane Filter)
1.3.5 การใช้แผ่นฟิล์มแห้ง (Dry Film Method)
1.3.6 การตรวจนับโดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number - MPN)
1.3.7 โฮเวิร์ด โมลด์ เคาท์ (Howard Mold Count)
1.3.8 โรลล์ทิวซ์ (Roll Tubes)

1.4 เทคนิคการตรวจนับจุลินทรีย์บนพื้นผิว (Microbiological Examination of Surfaces) เทคนิคการตรวจจุลินทรีย์บนพื้นผิว ประกอบด้วย

1.4.1 เทคนิคสวอป/สวอป-ล้าง (Swab/ Swab-Rinse Method)
1.4.2 เทคนิคคอนแทคเพลท (Contact Plate)

1.5 เทคนิคทางระบบภูมิคุ้มกัน (Immunological Methods) ได้แก่ เทคนิคต่อไปนี้

1.5.1 ฟลูโอเรสเซนท์แอนติบอดี (Fluorescent Antibody - FA)
1.5.2 เอนริชเมนท์ ซิโรโลยี (Enrichment Serology - ES)
1.5.3 ราดิโออิมมูโนแอสเซ (Radioimmunoassay - RIA)
1.5.4 อีไลซา (Enzyme-Linked Immunosordent Assay - ELISA)

2. เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ทางอ้อม (Indirect Methods) เป็นการตรวจหาสารเมตาบอไลท์ที่แบคทีเรียขับออกมาจากการเจริญเติบโต การตรวจวัดสารเมตาบอไลท์อาศัยหลักทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ ที่เกิดการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันและ/หรือทางพันธุกรรม

2.1 เทคนิคทางกายภาพ อาศัยหลักการนำหรือความต้านทานกระแสไฟฟ้าของสารเมตาบอไลท์ที่แบคทีเรียขับออกมา

2.2 เทคนิคทางเคมี เป็นวิธีวิเคราะห์ทางอ้อมที่อาศัยสารเมตาบอไลท์ที่จุลินทรีย์ขับออกมาและทำการทดสอบสารนั้นๆ โดยอาศัยการทำปฏิกิริยาทางเคมี เทคนิคทางเคมี

2.3 เทคนิคทางชีวภาพ เป็นเทคนิคจำแนกเชื้อโรคอาหารเป็นพิษในระดับโมเลกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 สภาวะปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า (Commercial Sterility)

หลักสำคัญในการใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท คือ ทำให้อาหารอยู่ใน “สภาวะปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า” (Commercial Sterility) หมายความว่า ทำให้อาหารปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และไม่มีจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสีย ซึ่งสามารถเจริญในอาหารภายใต้สภาวะอุณหภูมิปกติของการเก็บรักษา คำว่า “ภาชนะปิดสนิท” (Hermetically Sealed Container) ซึ่งหมายถึงไม่มีอะไรสามารถผ่านเข้าออกภาชนะนั้นได้ เพื่อคงสภาพปลอดเชื้อของอาหารในภาชนะนั้นไว้หลังการฆ่าเชื้อ ภาชนะปิดสนิท ได้แก่ กระป๋องโลหะ ขวดแก้ว (ที่ฝาด้านในเคลือบด้วย Plastisol) ถุงรีทอร์ต (ที่ปิดผนึกด้วยความร้อน) กล่องลามิเนท เป็นต้น กระบวนการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อที่สำคัญและต้องระวังเป็นพิเศษ คือ ที่ใช้กับ “อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ” (Low Acid Food) ซึ่งหมายถึง อาหารใดก็ตามที่มีค่าพีเอชสูงกว่า 4.6 และมีค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity, a_w) สูงกว่า 0.85 อาหารพวกนี้มีปริมาณกรดต่ำ และ ปริมาณน้ำสูงพอที่จะให้จุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายสำคัญๆ เจริญได้ ทั้งนี้รวมถึงกระบวนการให้ความร้อน“อาหารปรับกรด” (Acidified Food) ซึ่งคืออาหารที่เดิมเป็นกรดต่ำ แต่มีการใส่กรดเพื่อปรับให้มีค่าพีเอช เท่ากับ 4.6 หรือต่ำกว่า และมีค่าปริมาณน้ำอิสระสูงกว่า 0.85 และ อาหารควบคุมปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity Controlled Food) ซึ่งมีค่าปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่า 0.85 ด้วย (ทิภาภร, 2558)

ความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท

การสเตอริไลเซชั่นเป็นกระบวนการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงและเวลานานเพียงพอที่จะทำให้อาหารปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและทำลายจุลินทรีย์หรือสปอร์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสียซึ่งสามารถเจริญในอาหารได้ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาตามปกติ การใช้ความร้อนที่รุนแรงระหว่างการสเตอริไลเซชั่นอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท (Hermetical Seal) ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพทางโภชนาการและประสาทสัมผัสอาหาร จึงจำเป็นที่ต้องมีหลักเกณฑ์ในการเลือกอุณหภูมิและเวลาให้เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในระดับนี้เรียกว่า การฆ่าเชื้อทางการค้า (Commercial Sterilization) ซึ่งเพียงพอที่จะทำลายเชื้อและสปอร์ของ *C. botulinum* จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทุกชนิด จุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษ จุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ซึ่งทนความร้อนรวมถึงจุลินทรีย์ซึ่งก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารภายใต้สภาพดำเนินการและเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ (USFDA, 1997) โดยปัจจัยที่ต้องศึกษาในการทำผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปบรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิท ได้แก่

1. ความเป็นกรดด่างของอาหาร

แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม (Kautter *et al.*, 1992) คือ

1.1 อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (Low Acid Foods) หมายถึง อาหารที่มีค่าความเป็นกรดด่างมากกว่า 4.5 ขึ้นไปและจะมีค่า Water Activity มากกว่า 0.85 ยกเว้นในผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศและเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์บางชนิด

1.2 อาหารที่มีความเป็นกรด (Acid Foods) หมายถึง อาหารที่มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.5 หรือน้อยกว่าซึ่งส่วนใหญ่จะได้แก่อาหารหมักดอง ผลไม้และน้ำผลไม้ชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้ความร้อนที่อุณหภูมิร่วมกับเวลาแตกต่างกันนั้น ขึ้นกับความเป็นกรดด่างของอาหาร เนื่องจากแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ไม่สามารถเจริญได้ที่ความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 3.7 การให้ความร้อนแก่อาหารที่เป็นกรดสูงจึงเป็นเพียงทำลายจุลินทรีย์ที่เจริญได้ และก่อให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ยีสต์และรา ส่วนอาหารที่มีความเป็นกรดด่างประมาณ 4.5 จำเป็นต้องพิจารณาถึงปริมาณความร้อนที่สามารถทำลายแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ และก่อให้เกิดอันตรายเมื่อบริโภค (Sikorski, 1990)

2. การไล่อากาศออกจากภาชนะบรรจุ

อาหารที่บรรจุกระป๋องก่อนการปิดผนึกต้องผ่านการไล่อากาศเพื่อลดปริมาณออกซิเจนในอาหารและภาชนะบรรจุที่อยู่ในส่วน Headspace (ช่องว่างระหว่างฝากระป๋องกับอาหาร) ถ้าปริมาณอากาศที่อยู่ใน Headspace มีมากเกินไป อาจทำให้กระป๋องบวม เนื่องจากอากาศเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวในระหว่างการฆ่าเชื้อ เนื่องจากอากาศตรง Headspace และอาหารเกิดการขยายตัวพร้อมๆกัน ถ้าฝากระป๋องไม่สามารถทนแรงดันที่เกิดขึ้นได้ก็จะทำให้บวม หรือ ระเบิดได้ ในขณะฆ่าเชื้อ นอกจากนั้นเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอาหาร เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างออกซิเจนที่เหลืออยู่ภายในกระป๋องกับไขมันที่อยู่ภายในอาหาร ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติ (Aurand and Woods, 1973) ซึ่งการไล่อากาศออกจากผลิตภัณฑ์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น บรรจุอาหารในขณะที่อาหารร้อนจัด วิธีดูดอากาศออกจากอาหารด้วยปั๊มดูดอากาศ หรือวิธีนึ่งอาหารที่บรรจุในกระป๋องแล้วเพื่อใช้ไอน้ำไล่อากาศภายในภาชนะบรรจุออกไปด้วยวิธีไล่อากาศด้วยไอน้ำ (Fellows, 2000)

3. กระบวนการให้ความร้อนขั้นต่ำ (Minimum Thermal Process)

ในการฆ่าเชื้อบางครั้งไม่สามารถใช้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหาร เนื่องจากความร้อนจะรุนแรงมากจนทำให้คุณภาพของอาหารเสียไป โดยมีลักษณะปรากฏและกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้กระบวนการให้ความร้อนขั้นต่ำ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ การให้ความร้อนเช่นนี้เรียกว่าเป็นสภาวะการให้ความร้อนกับอาหารในสภาพปลอดเชื้อเชิงการค้า (Commercial Sterilization) ซึ่งหมายถึง การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูปอาหารที่สามารถทำลายเชื้อและสปอร์ของ *Clostridium botulinum* จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค จุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษ จุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ซึ่งทนความร้อน รวมถึงจุลินทรีย์ซึ่งก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารภายใต้สภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (USFDA, 1997)

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในอาหารที่สำคัญ คือ อัตราเร็วที่ปริมาณความร้อนแทรกผ่านไปยังจุดที่ร้อนช้าสุดในอาหารและคุณสมบัติในการทนทานต่อความร้อนของสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร โดยอัตราเร็วของปริมาณความร้อนที่แทรกผ่านไปยังจุดร้อนช้าที่สุดในอาหาร ทำให้ทราบว่า ต้องใช้เวลาเท่าไรที่ทำให้อุณหภูมิที่จุดร้อนช้าและภาชนะมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิที่ต้องการผลิตจริง ซึ่งในการทดลองต้องใช้สภาวะที่เลวร้ายในการผลิต เช่น น้ำหนักบรรจุมากที่สุด อัตราส่วนผสมที่มีความเข้มข้นมากที่สุด เป็นต้น ส่วนคุณสมบัติการทนทานต่อความร้อนของสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารทำให้ทราบถึงอุณหภูมิและปริมาณความร้อนที่ต้องการทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร เช่น *C. botulinum* และการทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในวัตถุดิบนั้นๆ อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำบางครั้งอาจใช้กระบวนการฆ่าเชื้อ โดยมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป้าหมายเพื่อทำลายสปอร์ของแบคทีเรียตัวอื่นที่ทนความร้อนได้มากกว่า *C. botulinum* ที่สำคัญคือ *B. stearothermophilus* (FS 1518) สปอร์ของแบคทีเรียตัวนี้จะทนความร้อนสูงมากกว่าสปอร์ของ *C. botulinum* ถึง 20 เท่า (ประภาศรี, 2547)

การแปรรูปอาหารสเตอริไลซ์เพื่อให้ปลอดภัยสำหรับการบริโภค ต้องมีการทดสอบเกี่ยวกับการกระจายความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ (Temperature Distribution Test, TD) เพื่อกำหนดกระบวนการไล่อากาศออกจากเครื่องฆ่าเชื้อ หรือขั้นตอนการฆ่าเชื้อและศึกษาการแทรกผ่านความร้อนในอาหาร (Heat Penetration Test, HP) และกำหนดอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์นั้นๆ โดยอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำจะต้องถูกกำหนดให้ได้รับความร้อนอย่างน้อยในสภาพปลอดเชื้อเชิงการค้า

4. อัตราการส่งผ่านความร้อน (Rate of Heat Penetration)

การถ่ายเทความร้อนของอาหารแต่ละชนิดจะไม่เท่ากันโดยอาหารที่มีลักษณะเป็นของแข็งจะมีการส่งผ่านความร้อนแบบการนำความร้อน (Conduction) ส่วนการพาความร้อน (Convection) เกิดจากการเคลื่อนที่ของของเหลวที่อยู่ในอาหารซึ่งเกิดได้เร็วกว่าอาหารแข็ง ดังนั้น การกำหนดระยะเวลาในการฆ่าเชื้อซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของอาหารเป็นสำคัญ โดย Holdsworth (1997) กล่าวว่าปัจจัยที่สำคัญของการส่งผ่านความร้อนเข้าไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหาร ได้แก่

4.1 ส่วนประกอบของอาหารที่มีน้ำมันหรือน้ำตาลเป็นองค์ประกอบจะส่งผ่านความร้อนช้ากว่าอาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ

4.2 ขนาดของชิ้นอาหาร ชิ้นอาหารขนาดใหญ่จะใช้เวลาในการฆ่าเชื้อนานกว่าชิ้นเล็ก

4.3 ขนาดและรูปร่างภาชนะบรรจุ ที่มีขนาดใหญ่จะใช้เวลานานต่อการที่จะให้ความร้อนส่งผ่านเข้าสู่จุดกึ่งกลางของภาชนะบรรจุ

4.4 อุณหภูมิของเครื่องฆ่าเชื้อ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอาหารและตัวกลางให้ความร้อนที่สูงกว่าจะให้การส่งผ่านความร้อนที่เร็วกว่า

4.5 น้ำหนักอาหารในภาชนะบรรจุที่มากเกินไปมีผลทำให้อัตราการส่งผ่านความร้อนลดลง

4.6 สุญญากาศและช่องว่างเหนืออาหาร ผลิตภัณฑ์ที่มีช่องว่างเหนืออาหารไม่เพียงพอ อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดสภาวะการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ

4.7 วัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุ อัตราการส่งผ่านของความร้อนผ่านภาชนะบรรจุที่ทำจากโลหะจะเร็วกว่าภาชนะบรรจุที่ทำจากแก้วหรือพลาสติก

5. ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ (Heat Resistance of Microorganisms)

โดยทั่วไปจุลินทรีย์จะมีความทนทานต่อความร้อนในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำมากกว่าในอาหารที่มีความเป็นกรดสูง ในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ *C. botulinum* สามารถเจริญและผลิตสารเอ็กโซทอกซิน (Exotoxin) ภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิท ส่วนอาหารที่มีความเป็นกรดสูง (ค่าความเป็นกรดด่างน้อยกว่า 3.7) แบคทีเรียที่สร้างสปอร์ไม่สามารถเจริญ จึงสามารถใช้จุลินทรีย์ชนิดอื่น เช่น ยีสต์ หรือเอนไซม์ที่ทนความร้อนเป็นตัวกำหนดเวลาและอุณหภูมิในการให้ความร้อน (Stumbo, 1973) ค่าที่เกี่ยวข้องในการทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อนมีดังนี้

5.1 ค่า D (Decimal Reduction Time หรือ Death Rate Constant) หมายถึง เวลา (นาที) ที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ไปร้อยละ 90 ของปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่เดิม ณ อุณหภูมิหนึ่ง ข้อมูลที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาสร้างกราฟความอยู่รอด (Ssurvivor Cure) บนกระดาษเซมิล็อกโดยพลอทระหว่าง $\log_{10}$ ของจำนวนเชื้อที่อยู่รอด (Ssurvivor) บนแกนล็อก (แกน Y) และเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิหนึ่งๆ บนแกนธรรมดา (แกน X) กราฟที่ได้จะมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง จุลินทรีย์ที่มีค่า D สูงจะทนทานต่อความร้อนสูงกว่าจุลินทรีย์ที่มีค่า D ต่ำ ซึ่งค่า D หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$D = \frac{1}{\text{Log } N_0 - \text{Log } N_1}$$

เมื่อ t = เวลา (นาที)

N_0 = ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้น

N_t = ปริมาณจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่เมื่อเวลาผ่านไป t นาที

Pflug *et al.* (1981) ได้กำหนดค่าความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์ กับค่า D ดังนี้

จุลินทรีย์ทนทานต่อความร้อนสูงมาก (Extremely High Heat Resistance) เช่น *B. stearothermophilus* ค่า D_{250} มากกว่า 1.0

จุลินทรีย์ทนทานต่อความร้อนสูง (High Heat Resistance) เช่น *C. botulinum* ค่า D_{250} มากกว่า 0.1

จุลินทรีย์ที่ทนทานต่อความร้อน (Heat Resistance) เช่น *B. coagulans* ค่า D_{250} มากกว่า 0.01

จุลินทรีย์ที่ไม่ทนทานต่อความร้อน (Not Heat Resistance) ค่า D_{250} น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.01

5.2 ค่า Z (Z Value) หมายถึง จำนวนองศาเซลเซียส หรือองศาฟาเรนไฮท์ ที่ทำให้ค่า D เปลี่ยนไป 1 วงจรล็อก หรือ 10 เท่า ค่า Z ได้จากการสร้างกราฟเวลาที่ทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อนโดยพลอทระหว่างค่า D ของจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง (บนแกนล็อก) กับอุณหภูมิต่างๆ ที่ใช้ฆ่าเชื้อ (บนแกนธรรมดา) จะได้กราฟเป็นเส้นตรงเรียกว่า Thermal Death Time Curve (TDT)

5.3 ค่า F (Sterilizing Value) หมายถึง ระยะเวลาเป็นนาทีที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ที่ทราบจำนวนในอาหารภายใต้สภาวะที่กำหนด การใช้ค่า F จำเป็นต้องระบุอุณหภูมิ (Process Temperature) ที่ใช้และค่า Z ของจุลินทรีย์ที่เป็นเป้าหมาย โดยปกติจะใช้สัญลักษณ์ย่อเป็น F_0 อุณหภูมิที่ใช้อ้างอิงมาตรฐาน คือ 250 องศาฟาเรนไฮท์ หรือ 121.1 องศาเซลเซียส ค่า Z มีค่าเท่ากับ 18 องศาฟาเรนไฮท์ หรือ10 องศาเซลเซียส ซึ่ง F_0 มีค่าเท่ากับ 2.52 นาที คือ เวลาที่ต้องการลดสปอร์ *C. botulinum* จาก 10^{12} ให้เหลือ 10^0 หรือเรียกว่า 12D คอนเสพท์ (Concept) ค่า F มักเรียกว่า Process Lethality เมื่อต้องการเปรียบเทียบกระบวนการให้ความร้อนที่แตกต่างกันสามารถแสดงค่าอุณหภูมิอื่นเป็นค่า F ที่อุณหภูมิอ้างอิงมาตรฐานเช่น 250 องศาฟาเรนไฮท์

$$\text{Lethal Rate} = 10^{(CT-250)/Z}$$

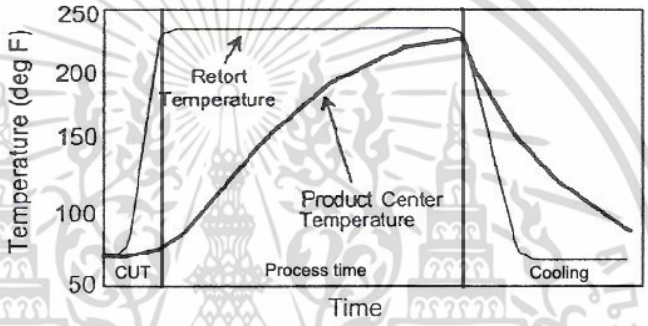
เมื่อ CT = อุณหภูมิที่จุดร้อนช้าที่สุดในภาชนะบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่า F_0 ต้องใช้ข้อมูลของอุณหภูมิและเวลาที่ได้จากการถ่ายเทความร้อนที่จุดร้อนช้าที่สุด ขั้นตอนการดำเนินการและปัจจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้ คือ

5.3.1 การติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิขณะฆ่าเชื้อ โดยนำชิ้นอาหารมาเสียบกับเทอร์โมคับเบิล ที่มีสายต่อเข้ากับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วัดอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุให้ตรงกับจุดร้อนช้าที่สุด ถ้าในภาชนะบรรจุที่เป็นถุงที่วางในแนวนอน จุดร้อนช้าที่สุดเป็นบริเวณกึ่งกลางความหนาของถุง

5.3.2 การเปลี่ยนแปลงขณะฆ่าเชื้อ ในสภาวะการฆ่าเชื้อในเครื่องฆ่าเชื้อประกอบไปด้วย ช่วงของการเพิ่มอุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อ (Come Up Time, CUT) ช่วงการให้ความร้อน (Process Time) และช่วงของการทำให้อาหารเย็น (Cooling) ซึ่งผลของการติดตามอุณหภูมิในผลิตภัณฑ์และเครื่องฆ่าเชื้อ แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และเครื่องฆ่าเชื้อ

ที่มา: Larousse and Brown (1997)

5.3.2.1 ช่วงเวลาจากเริ่มให้ความร้อนแก่น้ำร้อนจนถึงเวลาที่อุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อสูงถึงอุณหภูมิที่กำหนดเรียกว่า Come Up Time การควบคุมแรงดัน เพื่อไม่ให้น้ำร้อนเปลี่ยนแปลงไปเป็นไอน้ำเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการควบคุมการทำงานในหม้อฆ่าเชื้อชนิด Hot Water Spray ความดันที่ใช้ควบคุมแรงดัน จะมาจากแรงดันลมจากภายนอก

5.3.2.2 ช่วงการให้ความร้อน เป็นช่วงของการควบคุมอุณหภูมิ และเวลาให้เป็นไปตามที่กำหนด โดยการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้ว (M.I.G.Thermometer) ตลอดการฆ่าเชื้อ เวลาฆ่าเชื้อที่เหมาะสมได้จากการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน (Heat Penetration Test) และการคำนวณ

5.3.2.3 การทำให้อาหารเย็น หลังจากปิดน้ำร้อนเข้าเครื่องฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ภายหลังการฆ่าเชื้อ ควรถูกทำให้เย็นลงทันที เพื่อให้เกิด Microbial Shock ทำให้สปอร์ของจุลินทรีย์เสื่อมความสามารถในการเจริญ และรักษาคุณภาพของอาหารไม่ให้อาหารสุกเกินไประหว่างนี้ความดันในถุงอาหารจะสูงกว่าภายนอก จึงยังต้องใช้แรงดันลมจากภายนอกเพื่อควบคุมไม่ให้ถุงอาหารพองจนแตกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การคำนวณเวลาในการให้ความร้อน (Thermal Process Calculations for Canned Foods)

การคำนวณเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและคำนวณ F_0 สามารถคำนวณได้หลายวิธี

วิธีหนึ่งคือ การนำข้อมูลที่ได้จากกราฟเวลาที่ทำลายเชื้อด้วยความร้อน (TDT curve) และข้อมูลการส่งผ่านความร้อนเข้าไปในภาชนะบรรจุ (Heat Penetration Data) ในแต่ละช่วงเวลาให้ความร้อนมาคำนวณหาอัตราการทำลาย (Lethal Rate) แล้วนำไปพลอทกับเวลาของกระบวนการฆ่าเชื้อ การคำนวณหาค่า F_0 ทำได้โดยการอินทิเกรทพื้นที่ใต้กราฟตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการฆ่าเชื้อ (Ball and Olson, 1957) ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้โปรแกรมสำเร็จรูป มาใช้เพื่อหาค่า F_0

$$\text{Lethal Rate} = 10^{(CT-250)/Z}$$

$$F_0 = \sum (t_{CT}\, 10^{(CT-250)/Z})$$

เมื่อ CT = อุณหภูมิที่จุดร้อนช้าที่สุดในภาชนะบรรจุ

t_{CT} = ช่วงเวลาที่อาหารมีอุณหภูมิที่ CT

วิธีที่สองคือ นำข้อมูลอุณหภูมิและเวลามาใช้คำนวณตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความร้อนซึ่งนำไปใช้คำนวณหาค่า F_0 หรือ Processing Time ภายใต้สมมุติฐานที่กำหนดไว้ แม้ว่า Heat Penetration Curve ของอาหารไม่สม่ำเสมอมีลักษณะเป็น Broken Heating Curve ก็สามารถพัฒนาปรับปรุงข้อมูล Broken Heating Curve ให้เป็นสมการเส้นตรงในกราฟ Semi log แล้วนำค่าต่างๆ ที่ได้ไปคำนวณเวลาที่ใช้ในการผลิตที่ควรจะเป็น การเปลี่ยนแปลง Processing Temperature หรือขนาดของภาชนะบรรจุนั้นสามารถคำนวณ Processing Time ที่เหมาะสมใหม่ได้ โดยไม่ต้องทำการทดลองใหม่ทุกครั้ง

วิธีที่สามคือ เป็นวิธีที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็ว และใช้เมื่ออาหารในบรรจุภัณฑ์นั้นมี Heat Penetration Curve เป็นเส้นตรง วิธีเหล่านี้หาเวลาในการฆ่าเชื้อได้โดยผู้ใช้จำเป็นต้องรู้ค่าเฉพาะบางอย่าง เช่น ค่าของ *z* ในเส้น กราฟของการทำลายด้วยความร้อนถ้าเป็นเชื้อ *C. botulinum* จะมีค่าเท่ากับ 18 องศาฟาเรนไฮท์

7. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารสเตอริไลซ์

อาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงและเวลานานมีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของอาหาร ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสารอาหารและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่

7.1 สีของผลิตภัณฑ์ ความร้อนส่งผลโดยตรงต่อเม็ดสีในอาหาร เช่น ผลิตภัณฑ์เนื้อบรรจุกระป๋อง Oxymyoglobin จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลของ Metmyoglobin เมื่อถูกความร้อนในส่วนผักและผลไม้บรรจุกระป๋อง สีของคลอโรฟิลด์จะถูกเปลี่ยนเป็น Phaeophytin ทำให้สีของผักผลไม้มีสีเขียวคล้ำขึ้น (Pearson and Dutson, 1997)

7.2 กลิ่นรสและรสชาติของอาหารที่ผ่านความร้อนจะเกิดปฏิกิริยา เช่น Pyrolysis, Deamination และ Decarboxylation ของกรดแอมิโน และการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่อาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอนไซม์ ได้แก่ เมลลาร์ด (Maillard) เมื่อน้ำตาลแอลโดส หรือ คีโตส ซึ่งเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ได้รับความร้อนในภาวะที่มีน้ำ (a_w มากกว่า 0.2) กับเอมีนจะทำให้เกิดสารประกอบต่างๆ มากมายหลายชนิด ซึ่งมีผลต่อสี กลิ่น และรสชาติของอาหาร และอาจเป็นสิ่งที่พึงประสงค์หรือไม่พึงประสงค์ก็ได้ปฏิกิริยาเหล่านี้จะเกิดขณะทอด อบ ปิ้ง ย่าง หรือระหว่างการเก็บรักษาอาหาร น้ำตาลรีดิวซ์จะทำปฏิกิริยากับหมู่แอมิโนในโมเลกุลของแอมโมเนีย กรดแอมิโน และโปรตีนได้เป็นไกลโคซิลเอมีน(N-Substituted Glycosylamine) และจะเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องจนได้สารสีน้ำตาล เรียกว่า ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Shallenberger, 1974) และการเกิดคาราเมไลเซชัน (Caramelization) เป็นการใช้ความร้อนสูงสลายโมเลกุลของน้ำตาลให้แยกออก (Thermolysis) และเกิดพอลิเมอไรเซชันของสารประกอบคาร์บอนได้สารสีน้ำตาล ปฏิกิริยานี้สารเริ่มต้นจะเป็นน้ำตาลเท่านั้น (Sapers, 1993) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่น และรสชาติที่ผิดไปจากปกติ (George and Milton, 1983)

7.3 คุณภาพของเนื้อสัมผัสและความข้นหนืด ความร้อนจะส่งผลกระทบต่อการเสียสภาพของโปรตีน โดยโปรตีนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นเองตามธรรมชาติ และมีโมเลกุลขนาดใหญ่ ทำให้มีโอกาสเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างได้ง่าย เมื่ออยู่ในสภาวะที่เปลี่ยนแปลงไปจากธรรมชาติหรือสัมผัสกับสารเคมีต่างๆ ดังนั้นสมบัติของโปรตีนที่เปลี่ยนไปจึงเป็นตัวบ่งชี้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนไปจากธรรมชาติ ซึ่งโปรตีนที่เปลี่ยนแปลงไปนี้ เรียกว่า โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติ (Denatured Protein) สมบัติของโปรตีนที่เปลี่ยนไป เช่น การละลาย การรวมตัวกัน และการตกตะกอนของโปรตีน และความสามารถในการยึดเกาะน้ำของโปรตีน กระบวนการที่เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่า การเสียสภาพธรรมชาติ (Denaturation) ซึ่งอาจทำให้คืนกลับเหมือนเดิมได้ (Reversible Denaturation) หรือคืนกลับเหมือนเดิมไม่ได้ (Irreversible Denaturation) (Damodaran, 1996) รวมถึงสูญเสียคุณค่าของสารอาหารบางชนิด เช่น กรดแอมิโน Thiamine และ Pantothenic Acid เป็นต้น (Pigott and Tucker, 1990)

7.4 การหืน (Rancidity) การหืนเป็นปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไขมันและน้ำมันทำให้มีกลิ่นผิดปกติและสมบัติทางเคมีและกายภาพเปลี่ยนไป การหืนอาจเกิดจากการเกิดออกซิเดชัน (oxidation) เป็นปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างออกซิเจนกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอิสระหรือที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ที่อยู่ในลิพิดหรืออาหารที่มีลิพิด ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ (Deterioration) ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเป็นไปอย่างต่อเนื่องเมื่อลิพิดหรืออาหารสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ อัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชันจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ (Free Radical Chain Reaction) (Aurand and Woods, 1973)

7.5 การเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ มีสาเหตุดังนี้

7.5.1 เกิดจากอาหารมีการเน่าเสียก่อนที่จะนำไปเข้าหม้อฆ่าเชื้อ การเสียชนิดนี้ถุงจะมีลักษณะปกติ แต่เนื้ออาหารข้างในมีลักษณะผิดปกติ

7.5.2 การปล่อยให้อาหารอยู่ในภาชนะบรรจุนานเกินไปก่อนนำไปให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ

7.5.3 เนื่องจากให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ

7.5.4 เนื่องจากภาชนะบรรจุรั่ว ทำให้จุลินทรีย์จากภายนอกปนเปื้อนเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติภายหลังการฆ่าเชื้ออาหารแล้วจะต้องตรวจสอบคุณภาพอาหารทางด้านจุลินทรีย์ เพื่อหาปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียและก่อให้เกิดโรคในอาหารกระป๋อง (ประภาศรี, 2547) ซึ่งมีอยู่ 3 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

กลุ่มของ Thermophilic Facultative Anaerobic Bacteria สปอร์ของแบคทีเรียในกลุ่มนี้สามารถเจริญหรือชอบเจริญในที่ที่มีอุณหภูมิสูง ภายใต้สภาพกึ่งมีอากาศและไม่มีอากาศตัวอย่างของจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้แก่ *B. stearothermophilus*

กลุ่มของ Thermophilic Anaerobic Bacteria สปอร์ของแบคทีเรียในกลุ่มนี้สามารถเจริญได้ในภาวะที่ไม่มีอากาศและอุณหภูมิสูงได้แก่ สปอร์แบคทีเรีย *C. thermosaccharolyticum*

กลุ่มของ Mesophilic Anaerobic Bacteria สปอร์ของแบคทีเรียในกลุ่มนี้สามารถเจริญได้ในสภาพที่ไม่มีอากาศ แต่ชอบเจริญในช่วงอุณหภูมิปานกลาง ตัวอย่างของจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้แก่ *C. sporogenes*, *C. butyricum*, *C. pasteurianum* และ *C. botulinum* ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ *C. botulinum* เป็นสาเหตุของโรค botulism ที่สามารถทำให้ผู้บริโภคตายได้ ดังนั้นจึงใช้เป็นเชื้อที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพในการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง ความสามารถในการทนต่อความร้อนสูงของแบคทีเรีย ประเมินได้จากค่า D value ที่อุณหภูมิอ้างอิง 121 องศาเซลเซียส (Kautter *et al.,*1992 และ Hutchison, 1995)

ระดับความร้อน

การทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ขึ้นกับอุณหภูมิ และระยะเวลา ซึ่งแปรผกผันกัน คือ เมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้น ระยะเวลาในการให้ความร้อนจะสั้นลง ความร้อนที่ให้แก่อาหาร จะถ่ายเทสู่ภาชนะและเนื้ออาหาร โดยมีหลักการถ่ายเทความร้อนจากที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำ

การถ่ายเทความร้อนมี 3 วิธี คือ การพาความร้อน (Convection) การนำความร้อน (Conduction) และการแผ่รังสีความร้อน (Radiation)

การพาความร้อน หมายถึง การที่ความร้อนถูกพาเข้าไปในอาหาร โดยโมเลกุลของตัวกลางที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

การนำความร้อน หมายถึง การส่งผ่านความร้อนจากโมเลกุลของตัวกลางโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่ง ซึ่งวิธีนี้จะถ่ายเทความร้อนได้ช้ากว่าการพาความร้อน

การแผ่รังสีความร้อน หมายถึง การถ่ายเทพลังงานความร้อน เช่น แสง เป็นต้น

ระดับความร้อนที่ใช้ในการถนอมอาหาร

ระดับความร้อนที่ใช้ในการถนอมอาหาร มี 3 ระดับ ดังนี้

1. การให้ความร้อนอุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส หรือเรียกว่า การพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) การพาสเจอร์ไรส์ ไม่สามารถกำจัดจุลินทรีย์ได้ทุกชนิด เพียงแต่ทำลายจุลินทรีย์กลุ่ม Psychrophilic Microorganisms และจุลินทรีย์เชื้อโรค (Pathogenic Microorganisms) รวมทั้งแบคทีเรียพวกที่ไม่สร้างสปอร์ ดังนั้นยังคงมีจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์พวก Thermoduric ที่ทนความร้อนระดับนี้ จะสามารถเจริญเติบโตได้ หากมีอุณหภูมิที่เหมาะสม ทำให้อาหารเน่าเสีย ดังนั้นอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์จะต้องควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่รอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชีวิต โดยการแช่เย็น และหรือการใช้บรรยากาศดัดแปลงในการบรรจุหรือเก็บอาหาร (Modified Atmosphere Packaging : MAP) และหรือการใช้สารถนอมอาหาร และหรือการลดค่าปริมาณน้ำอิสระ โดยอาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือใช้วิธีดังกล่าวร่วมกัน การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 90 องศาเซลเซียส น้อยกว่า 30 นาที ไม่สามารถทำลายเอนไซม์ และสารพิษที่ผลิตโดยจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนได้

การพาสเจอร์ไรส์ มี 2 ระบบ คือ

1.1 ระบบช้าอุณหภูมิต่ำ หรือ Low Temperature Long Time (LTLT) เป็นระบบที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 62.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และทำให้อาหารเย็นลงทันที เป็นวิธีที่ง่าย สามารถทำได้ในระดับครัวเรือน วิธีนี้สามารถทำลายเชื้อโรคได้ เช่น เชื้อ *Mycobacterium tuberculosis* ที่ทำให้เกิดโรควัณโรค และเชื้อ *Coxiella burnetti* ที่ทำให้เกิดโรค Q-fever

1.2 ระบบเร็วอุณหภูมิสูง หรือ High Temperature Short Time (HTST) เป็นระบบที่ให้ความร้อนในระดับที่สูงขึ้น แต่ใช้เวลาสั้นลง โดยใช้อุณหภูมิ 71.7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที แล้วทำให้อาหารเย็นลงโดยเร็ว มักทำเป็นระบบต่อเนื่อง โดยให้อาหารเหลว เช่น น้ำนม น้ำผลไม้ ไหลผ่านท่อแลกเปลี่ยนความร้อน ในช่วงระยะเวลาที่กำหนดตามชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น ในน้ำผลไม้ นิยมใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 76.7 ถึง 93.3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ถึง 3 วินาที การพาสเจอร์ไรซ์วิธีนี้สามารถฆ่าเชื้อโรคได้เช่นเดียวกัน

การพาสเจอร์ไรส์น้ำนม มี 2 วิธี คือ การใช้ความร้อน 145 องศาฟาเรนไฮต์ (62.8 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 30 นาที หรือใช้ความร้อน 161 องศาฟาเรนไฮต์ (71.7 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วินาที ซึ่งเพียงพอต่อการทำลายเชื้อก่อโรค Q-fever (*Coxiella burnetti*) ภายหลังการให้ความร้อนแล้ว น้ำนมจะถูกทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 40 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 4.4 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใช้แช่เย็นน้ำนมจนกระทั่งนำไปบริโภค

ระดับความร้อนที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรส์อาหารหลายชนิด เช่น

1. การพาสเจอร์ไรส์ไอศกรีม ใช้อุณหภูมิ 82.3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 วินาที หรือ 71.2 องศเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที
2. การพาสเจอร์ไรส์ไวน์ ใช้อุณหภูมิ 82 ถึง 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที
3. แตงกวาดองที่มีพีเอช 3.7 ต้องใช้อุณหภูมิ 74 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
4. น้ำส้มสายชู ใช้อุณหภูมิ 65.6 ถึง 71.1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที
5. เนื้อปู ใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

นอกจากนี้ยังมีการใช้ความร้อนฆ่าเชื้อในไข่ผง การอบมะพร้าวแห้งด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 50 ถึง 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ถึง 7 วัน

ในอาหารหมักบางชนิด ต้องใช้ความร้อนสูงเพื่อฆ่าเชื้อโรค และจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ซึ่งอยู่ในวัตถุดิบ เช่น การใช้ความร้อนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ถึง 60 นาที ฆ่าเชื้อในน้ำนมดิบที่ใช้ในการทำกล้าเชื้อ (Starter Culture) สำหรับผลิตเนยสด นมเปรี้ยวและโยเกิร์ต

2. การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิน้ำเดือด ซึ่งเพียงพอในการฆ่าเชื้อโรค แต่ไม่เพียงพอในการทำลายสปอร์ของแบคทีเรียบางชนิด มักใช้ความร้อนระดับนี้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การฆ่าเชื้อในผลิตภัณฑ์อาหารจำพวก ผัก ผลไม้กระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ เนื่องจากการใช้ความร้อนสูงเกินไป จะทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่พึงปรารถนา การใช้ความร้อนระดับนี้มักมีการให้ความร้อน 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 24 ชั่วโมง เรียกวิธีการนี้ว่าวิธีทินดอลไลเซชัน (Tyndallization) โดยมีวิธีการ ดังนี้

1. วันแรกให้ความร้อน 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็น เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

2. วันที่ 2 ให้ความร้อน 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

3. วันที่ 3 ให้ความร้อน 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

จะเห็นได้ว่าการให้ความร้อน 3 ครั้ง มีผลต่อจุลินทรีย์ คือ วันแรก เซลล์ปกติของเชื้อต่างๆ ที่ปนเปื้อนในอาหร ถูกฆ่าตายด้วยความร้อน รวมทั้งสปอร์ของเชื้อบางชนิดตาย ในขณะที่สปอร์ของเชื้อที่ทนความร้อนสูงไม่ตาย แต่เมื่อได้รับความร้อน ความร้อนจะไปกระตุ้นให้สปอร์เกิดการงอก (Heat - Shocking) ออกมา และเมื่อทิ้งอาหารที่ผ่านความร้อนแล้วไว้นานถึง 24 ชั่วโมง เชื้อที่บาดเจ็บที่ยังไม่ตายจากการถูกทำลายด้วยความร้อน รวมทั้งสปอร์ที่กำลังงอก มีเวลาเพียงพอในการเพิ่มจำนวน ดังนั้นจึงต้องทำการฆ่าเชื้อซ้ำอีกครั้งในวันที่ 2 โดยวิธีการเดียวกับการฆ่าเชื้อในวันแรก ผลจากการใช้ความร้อนในวันที่ 2 อาจทำให้เชื้อที่ยังรอดชีวิตจากการฆ่าเชื้อในวันแรก รวมทั้งฆ่าเซลล์ที่เพิ่งงอกใหม่จากสปอร์ตายลง ซึ่งอาจจะยังมีสปอร์บางชนิดที่ทนความร้อนสูงมาก และยังไม่ถูกกำจัด จึงต้องมีการฆ่าเชื้อซ้ำอีกเป็นครั้งที่ 3 เพื่อให้มั่นใจว่าอาหารนั้นมีความปลอดภัยต่อเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหลาย ซึ่งจะทำให้อาหารที่ปลอดเชื้อนี้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน

3. การใช้ความร้อนอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส หรือที่เรียกว่า การสเตอริไรส์ (Sterilization) เป็นการถนอมอาหารโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าการพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งอาจเป็นอุณหภูมิภายใต้น้ำเดือดหรือสูงกว่า เพื่อทำลายสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย รวมทั้งสปอร์ของจุลินทรีย์ให้หมดไป แต่ในทางอุตสาหกรรมอาหาร สามารถทำได้เพียงการให้ความร้อนที่เพียงพอ ซึ่งสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย และทำให้ผู้บริโภคปลอดภัย เมื่อบริโภคอาหารนั้นภายใต้สภาวะการเก็บรักษาและขนส่งในสภาวะปกติ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในระดับนี้เรียกว่าคอมเมอร์เชียล สเตอริไรส์เซชัน (Commercial Sterilization) อาหารที่ได้จากการการสเตอริไรส์ ถือว่าเป็นอาหารปลอดเชื้อ (Commercial Sterilized Food) ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้นาน โดยไม่ต้องแช่เย็น เช่น การทำอาหารกระป๋อง การสเตอริไรส์น้ำนมโดยใช้ความร้อนสูง เช่น นมยูเอชที (UHT :Ultra High Temperature) เป็นต้น

การผลิตนมยูเอชที นิยมใช้อุณหภูมิ 135 ถึง 150 องศาเซลเซียส นาน 1 ถึง 4 วินาที ซึ่งมีวิธีการให้ความร้อนแก่อาหารได้ 2 แบบ คือ

1. การให้ความร้อนโดยอ้อม (Indirect Type) เป็นการให้ความร้อนผ่านแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อน เหมือนกับการพาสเจอร์ไรส์ แต่ใช้อุณหภูมิสูงกว่า

2. การให้ความร้อนโดยตรง (Direct Type) เป็นการใช้ไอน้ำเป็นตัวให้ความร้อนโดยตรง จากนั้นให้น้ำนมถูกส่งผ่านไปยังเครื่องมือระเหยน้ำส่วนที่เกินออกไป (ดำเนินการภายใต้สุญญากาศ)

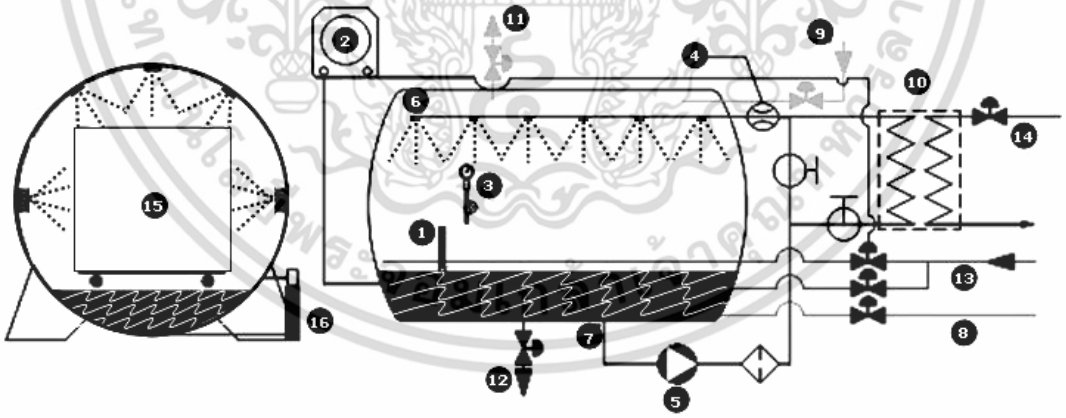
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์นมที่ผ่านการให้ความร้อนแล้ว ยังคงพบสปอร์ของ เชื้อ Thermophilic Spoilage Bacteria เ ช่ น *B. stearothermophilus*, *Desulfotomaculum nigrificans* ถ้าเก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส สปอร์จะไม่งอกออกมา แต่สปอร์จะเริ่มงอกและเติบโตจนทำให้อาหารเน่าเสียได้ เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิมากกว่า หรือเท่ากับ 40 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการทำ Commercial Sterility ของอาหารแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน อาหารที่มีความเป็นกรดสูง (มีพีเอชต่ำกว่า 4.6) เช่น ผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศและผลไม้ สามารถใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อต่ำ เนื่องจาก *C. botulinum* ไม่เติบโตในอาหารที่มีความเป็นกรดสูง สำหรับเชื้อที่เติบโตได้ในอาหารที่มีความเป็นกรด เช่น *B. coagulans* และแบคทีเรียชอบกรด (เช่น *Lactobacillus* spp. และ *Leuconostoc* spp.) ยีสต์และเชื้อราเติบโตได้ในที่มีพีเอชต่ำ แต่ไม่ทนความร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม สามารถใช้ความร้อนฆ่าเชื้อในอาหารได้ ทั้งก่อนการบรรจุหรือบรรจุในภาชนะแล้ว (บุษกร, 2558)

เครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน (Horizontal Shower Water / Water Spray / Water Cascade Retorts) (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 349, 2556)

เครื่องฆ่าเชื้อชนิดนี้ใช้ปริมาตรของน้ำร้อนที่ใช้ในระหว่างการฆ่าเชื้อน้อย การทำงานอาศัยอัตราการไหลสูงกับระบบหัวพ่นน้ำร้อนที่ถูกออกแบบมาโดยเฉพาะ และมีการใช้ความดันส่วนเกินเพื่อทำให้น้ำร้อนยังมีสภาพเป็นของเหลวร้อน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีการไล่อากาศ นิยมใช้กับภาชนะบรรจุชนิดขวดแก้ว และภาชนะบรรจุอ่อนตัวและกึ่งอ่อนตัว ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน (Horizontal Water Spray Retorts)

ที่มา: ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 349 (2556)

มีอุปกรณ์ประกอบด้วย

1. เทอร์โมมิเตอร์อ้างอิง (MIG Thermometer)
2. เครื่องควบคุมและบันทึกอุณหภูมิ (Temperature Controller and Recording Device)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge)
4. อุปกรณ์วัดและควบคุมอัตราการไหลของน้ำ (Flow Meter)
5. ปั๊มหมุนเวียนน้ำร้อน (Water Circulation Pump)
6. หัวพ่นน้ำร้อน (Hot Water Spray Nozzle)
7. ท่อทางดูดของปั๊มและตะแกรงกรอง (Suction Pipe and Strainer)
8. ท่อน้ำ (Process Water)
9. ท่ออากาศอัด (Compressed Air Inlet)
10. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)
11. วาล์วระบายแรงดัน (Pressure Release Valve)
12. ท่อระบายน้ำ (Drain)
13. ท่อไอน้ำเข้า (Steam Inlet)
14. ท่อน้ำหล่อเย็น (Cooling Water Inlet)
15. ตะกร้าและแผ่นรองกั้น (Crate and Divider Plate)
16. อุปกรณ์แสดงระดับน้ำ (Water Level Indicator)

1. เทอร์โมมิเตอร์อ้างอิง (Reference Thermometer (RT) หรือ MIG Thermometer หรือ Master Temperature Indicator (MTI))

เครื่องฆ่าเชื้อด้วยความร้อนชนิดภายใต้ความดัน ต้องมีอุปกรณ์วัดอุณหภูมิอ้างอิงที่มีความเที่ยงตรง เช่น เทอร์โมมิเตอร์ชนิดปรอทในแท่งแก้ว (Mercury in Glass Thermometer) หรือเครื่องมืออุปกรณ์อื่นที่มีความทัดเทียมกัน ต้องอ่านอุณหภูมิได้ละเอียดถึง 0.5 องศาเซลเซียส (หรือ 1 องศาฟาเรนไฮต์) และมีสเกลไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสต่อเซนติเมตร มีป้ายแสดงวันเดือนปีที่ทำการสอบเทียบครั้งสุดท้าย และเก็บรักษาบันทึกการตรวจสอบไว้เป็นหลักฐานโดยมีการสอบเทียบอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เทอร์โมมิเตอร์อ้างอิงต้องติดตั้งไว้ในที่ที่อ่านได้ง่าย โดยทั่วไปนิยมใช้เทอร์โมมิเตอร์อ้างอิงแบบปรอทเป็นเครื่องบอกอุณหภูมิขณะฆ่าเชื้อ การติดตั้งกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์อยู่ระหว่างผนังของเครื่องฆ่าเชื้อหรือในช่องภายนอกซึ่งต่อกับเครื่องฆ่าเชื้อ กรณีติดตั้งกระเปาะไว้ที่ช่องภายนอกต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดอย่างน้อย $^{3}/_{4}$ นิ้ว และมีช่องระบายไอน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย $^{1}/_{16}$ นิ้ว ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่สามารถให้ไอน้ำผ่านไปได้ตลอดความยาวของกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาการฆ่าเชื้อ และกระเปาะสำหรับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิอ้างอิง ควรอยู่ในตำแหน่งที่มีตัวกลางแลกเปลี่ยนความร้อนไหลเวียนผ่านอย่างดี

2. เครื่องควบคุมและบันทึกอุณหภูมิ (Temperature Controller and Recording Device)

เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความดันต้องติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและเวลาที่มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน +1 ถึง -0.5 องศาเซลเซียส (+2 ถึง -1 องศาฟาเรนไฮต์) กราฟบันทึกอุณหภูมิมีขีดแบ่งช่องตลอดช่วง การใช้งานโดยขีดแบ่งช่องไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส (2 องศาฟาเรนไฮต์) อุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิอาจใช้ร่วมกับเครื่องควบคุมไอน้ำและสามารถใช้เป็นเครื่องบันทึกอุณหภูมิและควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิในเครื่องเดียวกัน การติดตั้งกระเปาะของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิต้องอยู่ระหว่างผนังของเครื่องฆ่าเชื้อ หรือในช่องภายนอกซึ่งต่อกับเครื่องฆ่าเชื้อที่มีช่องระบายไอน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย $^{1}/_{16}$ นิ้ว ขึ้นไปเพื่อให้ไอน้ำผ่านออกมาต่อเนื่องกันตลอดเวลาการฆ่าเชื้อ กรณีใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบใช้อากาศควบคุมการเปิดปิดวาล์ว (Air Diaphragm) ต้องมีระบบกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพเพียงพอเพื่อให้อากาศแห้งและสะอาด ทั้งนี้ก่อนการฆ่าเชื้อทุกรอบการผลิตต้องสอบเทียบความถูกต้องกับเทอร์โมมิเตอร์อ้างอิงทุกครั้งและต้องปรับการบันทึกอุณหภูมิบนแผ่นกระดาษบันทึกให้อ่านค่าได้ใกล้เคียงกับเทอร์โมมิเตอร์อ้างอิงแต่ต้องไม่สูงกว่า และต้องมีมาตรการป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องมาปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขอุณหภูมิ เช่น การใส่กุญแจ เป็นต้น ในกรณีที่มีการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของน้ำร้อนแบบโดยอ้อม ตำแหน่งของหัววัดการควบคุมอุณหภูมิควรติดตั้งที่ท่อน้ำร้อนทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และตำแหน่งของหัววัดสำหรับการบันทึกค่าอุณหภูมิกับเวลาควรอยู่ที่ท่อน้ำร้อนก่อนเข้าอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

3. มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge)

เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน ต้องมีมาตรวัดความดันที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหน้าปัดอย่างน้อย 4 นิ้ว เพื่อให้อ่านได้ชัดเจน มีการแบ่งขีดอ่านได้ละเอียดถึง 2 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ช่วงของการวัดอยู่ที่ประมาณ 1.5 เท่าของความดันที่ใช้งานของเครื่องฆ่าเชื้อ การติดตั้งควรผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่าหางหมู (Gauge Siphon) เพื่อป้องกันความเสียหายต่อมาตรวัด มีการสอบเทียบความเที่ยงตรงอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

4. อุปกรณ์วัดและควบคุมอัตราการไหลของน้ำ (Flow Meter)

ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์วัดและควบคุมอัตราการไหลของน้ำร้อนหมุนเวียนในตำแหน่งที่เหมาะสม และมีสัญญาณเตือน หรือระบบป้องกันกรณีอัตราการไหลของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนด

5. ปั๊มหมุนเวียนน้ำร้อน (Water Circulation Pump)

ต้องติดตั้งอุปกรณ์สัญญาณเตือนในกรณีที่ปั๊มไม่ทำงาน โดยอาจวัดจากความดันของน้ำร้อนที่ออกจากปั๊ม

6. หัวพ่นน้ำร้อน (Hot Water Spray Nozzle)

ต้องตรวจสอบหัวพ่นน้ำร้อนอย่างน้อยทุกสัปดาห์เพื่อให้มั่นใจว่า ไม่อุดตัน ไม่มีสนิม ไม่มีตะกรัน หรือชิ้นส่วนจากบรรจุภัณฑ์อุดตันรูของหัวพ่นน้ำร้อน ถ้ามีแนวโน้มว่าอาจเกิดการอุดตันควรทำความสะอาด โดยวิธีการที่ผู้ผลิตเครื่องฆ่าเชื้อแนะนำ เช่น การเขี่ยหรือดึงสิ่งอุดตันออก การล้างหรือขัดด้วยกรดหรือด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ใช้แผ่นเหล็กเจาะรูเป็นตัวควบคุมการกระจายน้ำร้อน ควรมีการตรวจสอบการอุดตันอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง ซึ่งหากมีการถอดตัวควบคุมการกระจายน้ำร้อนดังกล่าวออกมาล้างทำความสะอาด ควรตรวจสอบการติดตั้งกลับคืนให้เหมือนเดิม

7. ท่อทางดูดของปั๊มและไส้กรอง (Suction Pipe and Strainer)

การติดตั้งท่อทางดูดของปั๊ม ไม่ควรอยู่ในตำแหน่งที่บรรจุภัณฑ์อาจตกลงมาอุดตันได้ และควรติดตั้งไส้กรองที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้ง่ายอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง

8. ท่อน้ำ (Process Water)

ให้เติมน้ำเพิ่มลงในเครื่องฆ่าเชื้อก่อนดำเนินการฆ่าเชื้อ และในระหว่างการทำงานของเครื่องฆ่าเชื้อต้องไม่มีการเติมน้ำเพิ่มอีกเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนภายหลังการฆ่าเชื้อ (Post Contamination)

9. ท่ออากาศอัด (Compressed Air Inlet)

ต้องมีความดันส่วนเกินมากพอที่จะทำให้น้ำร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อยังคงสภาพเป็นของเหลวหรือน้ำร้อน ณ อุณหภูมิฆ่าเชื้อ ทั้งนี้การควบคุมความดันควรควบคุมทั้งวาล์วอากาศเข้าและวาล์วที่ควบคุมส่วนผสมของไอน้ำกับอากาศออก และต้องมีการบันทึกค่าความดันส่วนเกินแบบต่อเนื่อง โดยความดันส่วนเกินนี้จะช่วยควบคุมการขยายตัวของบรรจุภัณฑ์เมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการฆ่าเชื้อ

10. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)

ในกรณีที่มีการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิโดยตรง แต่ใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ควรทำความสะอาดอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทั้งสองด้านด้วยกรดที่ไม่กัดกร่อนโลหะ เพื่อให้มีอัตราการถ่ายโอนความร้อนที่ดี

11. วาล์วระบายแรงดัน (Pressure Release Valve)

ใช้สำหรับระบายแรงดันส่วนเกินจากที่ตั้งไว้ ตรวจสอบการทำงานของวาล์ว

12. ท่อระบายน้ำ (Drain)

ทำหน้าที่ระบายน้ำที่ใช้ในการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์อาหารออกจากเครื่องฆ่าเชื้อเมื่อสิ้นสุดการฆ่าเชื้อ ดังนั้นท่อระบายน้ำควรมีขนาดใหญ่เพียงพอให้การระบายน้ำออกจากเครื่องฆ่าเชื้อเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ติดตั้งวาล์วชนิดประตูน้ำ (Gate Valve) หรือวาล์วที่มีลักษณะไม่กีดขวางการระบายน้ำ

13. ท่อไอน้ำเข้า (Steam Inlet)

ท่อไอน้ำเข้าที่ต่อเข้าสู่เครื่องฆ่าเชื้อโดยตรง ต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะทำให้มีการกระจายอุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อได้ดี โดยตำแหน่งท่อไอน้ำเข้าอาจติดตั้งไว้ทางด้านบนหรือด้านล่างของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องฆ่าเชื้อ แต่ต้องติดตั้งอยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกับท่อไล่อากาศ ท่อไม่ควรยาวเกินไปและไม่ควรมีส่วนหักงอมาก และควรมีฉนวนหุ้มกันความร้อน

14. ท่อน้ำหล่อเย็น (Cooling Water Inlet)

ตรวจสอบความสมบูรณ์ของท่อ และแรงดันน้ำต้องไม่สูงกว่า ท่อน้ำในกระบวนการฆ่าเชื้อ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของน้ำหล่อเย็นเข้าสู่ระบบ

15. ตะกร้า และแผ่นรองกั้น (Crate and Divider Plate)

ตะกร้า ถาด หรือแผ่นรองกั้นระหว่างชั้นบรรจุภัณฑ์ ควรมีขนาดของรูเปิดกว้างเพียงพอที่จะทำให้น้ำร้อนไหลผ่านบรรจุภัณฑ์ได้อย่างทั่วถึง

16. อุปกรณ์แสดงระดับน้ำ (Water Level Indicator)

การใช้เครื่องฆ่าเชื้อชนิดนี้ การจัดวางบรรจุภัณฑ์ทั้งหมดต้องอยู่ภายใต้น้ำร้อนไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) ดังนั้นจึงต้องมีตัวแสดงเพื่อให้ทราบระดับน้ำ เช่น ท่อแก้ว ช่องมอง หรืออุปกรณ์แสดงระดับน้ำที่ถูกต้อง

2.13 ภาชนะบรรจุปิดสนิท

1. รีทอร์ทเพาซ์ (Retort Pouch)

รีทอร์ทเพาซ์ (Retort Pouch) คือภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (Flexible Packaging) ขึ้นรูปเป็นถุง (Pouch) เป็นภาชนะบรรจุสามารถปิดผนึกสนิท มีความแข็งแรง สามารถทนต่อความร้อนและความดันสูงได้ใช้บรรจุอาหารที่ต้องการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Thermal Processing) ระดับ Commercial Sterilization ได้เหมือนกับกระป๋อง โดยฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อภายใต้แรงดัน (Retort) ชนิด Water Spray Retort อาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ และพร้อมรับประทาน เพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้บริโภคซึ่งจริงๆแล้วชื่อของ Retort Pouch เป็นชื่อที่คนทั่วไปใช้เรียกโดยทั่วไป นั่นคือภาชนะอ่อนตัวหรือกึ่งคงรูปส่วนใหญ่ทำมาจากพลาสติกเพื่อใช้แทนกระป๋องหรือแก้ว แม้ว่า Pouch จะแปลว่าถุงหรือซอง แต่ Retort Pouch มีหลากหลายรูปแบบที่มากกว่าถุงหรือซอง เช่น ถาด เป็นต้น

2. วัสดุสำหรับภาชนะบรรจุแบบ Retort Pouch

ส่วนใหญ่วัสดุสำหรับ Retort Pouch เป็นวัสดุอ่อนตัวหลายชั้น (Multilayer Flexible Packaging Material) เช่น พอลิพรอพิลีน (Polypropylene, PP) พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate, PET) และอะลูมิเนียมฟอยซ์ เป็นต้น เพราะปัญหาทางด้านสมบัติเชิงกลและสมบัติต้านทานการซึมผ่านของพลาสติกที่ยังด้อยกว่าโลหะและแก้ว จึงต้องนำลักษณะของวัสดุแต่ละชนิดเข้ามาใช้ร่วมกัน อย่างไรก็ตามยังต้องคำนึงถึงสมบัติการต้านทานการซึมผ่านโดยเฉพาะออกซิเจนและไอน้ำ เพื่อรักษาคุณภาพของอาหาร สมบัติเชิงกล ในด้านความแข็งแรงในการใช้งาน และการทนความร้อน ซึ่งทนอุณหภูมิฆ่าเชื้อที่มีอุณหภูมิสูงถึง 135 องศาเซลเซียส โดยโครงสร้างหลักของ Retort Pouch แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ชั้นโครงสร้างหลัก

เป็นโครงสร้างหลักซึ่งอยู่ด้านในสุด สัมผัสกับอาหารโดยตรง เป็นโครงสร้างส่วนที่หนาที่สุด ทนทานต่อความร้อนได้สูง มีความแข็งแรงสูง เพื่อทนต่อความดันในหม้อฆ่าเชื้อ (Retort) ได้ เช่น

2.1.1 พอลิพรอพิลีน (Polypropylene, PP) เป็นวัสดุที่ใช้มากที่สุดในการผลิต Retort Pouch เนื่องจากสามารถทนสภาวะการฆ่าเชื้อได้ มีความแข็งแรง มีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 138 องศาเซลเซียส ป้องการการซึมผ่านไอน้ำได้ดี และยังไม่ราคาไม่สูง แต่เนื่องจาก PP มีความเปราะที่อุณหภูมิต่ำ จึงต้องมีการใช้เป็นโคพอลิเมอร์ PP-PE เพื่อแก้ปัญหาในด้านนี้ และ PP มีข้อเสียในด้านการซึมผ่านของออกซิเจนจึงมีการใช้พลาสติกอื่นร่วมด้วย

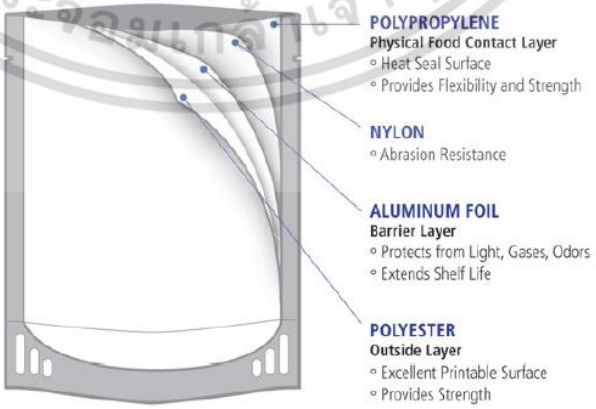
2.1.2 พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate, PET) เป็นพลาสติกที่นิยมใช้เป็นอันดับ2 รองจาก PP เนื่องจากค่า Tg ของ PET มีค่าประมาณ 80 องศาเซลเซียส และเมื่อนำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ ทำให้ PET เสียรูปทรงและความแข็งแรง จึงมีการใช้ในรูป CPET หรือ Crystalline PET ด้วยการเติมสารที่ช่วยเร่งการสร้างผลึกภายใน PET ทำให้ CPET มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและทนทานต่อสภาวะการฆ่าเชื้อ อีกทั้งป้องการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดี ใช้กับอาหารที่มีอายุการเก็บต่ำ หรืออาหารที่ไม่ไวต่อออกซิเจน

2.2 ชั้นป้องกันการซึมผ่าน (Barrier Material)

เป็นวัสดุที่อยู่ชั้นกลาง เพื่อป้องกันความชื้น แสง และก๊าซ ซึ่งวัสดุที่นิยมใช้คือ แผ่นอลูมิเนียมฟอยซ์ มีลักษณะทึบแสง สามารถป้องกันความชื้น แสง และก๊าซได้ดี และอาจมีการใช้ไนลอน (Nylon) เพื่อเพิ่มความแข็งแรง แต่การใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟอยซ์นั้น ทำให้ไม่สามารถนำผลิตภัณฑ์เข้าไมโครเวฟได้ จึงมีการพัฒนาใช้ SiOx หรือ AlxOy นำมาเคลือบวัสดุ เพื่อให้มีสมบัติป้องกันการซึมผ่านที่ดี และยังสามารถนำเข้าไมโครเวฟได้

2.3 ชั้นนอก (Outer Layer)

เป็นชั้นที่อยู่ด้านนอกสุด จึงต้องมีความสามารถในด้านการพิมพ์ เพื่อแสดงภาพกราฟฟิก และข้อมูลต่างๆ ทั้งยังมีความแข็งแรง



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของ retort pouch

ที่มา: http://hereilike.com/siam/hereilike/detail.aspx?cmsId=1059&&cate=2&&posi=1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รูปแบบและการผลิต Retort Pouch

รูปแบบของรีทอร์ตเพาช์ มิได้จำกัดเฉพาะถุงเท่านั้น ยังสามารถใช้ได้หลายรูปแบบ ดังนี้ (งามทิพย์, 2550)

3.1 ถุง 4 ตะเข็บ ถุง 3 ตะเข็บ ถุงทรงหมอน และถุงตั้งได้ บางครั้งใส่ในกล่องที่พับได้อีกชั้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และความสวยงาม

3.2 ถาดพลาสติกพร้อมฝาปิดแบบลอกเปิดได้ง่าย นิยมใช้บรรจุอาหารประเภทแกงเนื้อในซอส อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน เช่น ข้าวผัด สปาเกตตี้ เป็นต้น สามารถอุ่นอาหารในถาดและรับประทานได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนใส่จานหรือชาม เป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้บริโภคได้มากกว่าถุง

3.3 ถาดอลูมิเนียมพร้อมฝาปิดแบบลอกเปิดได้ง่าย ลักษณะคล้ายถาดพลาสติก แต่นิยมใช้ขนาดเล็กๆ และนิยมใช้กับอาหารที่ต้องอุ่นในเตาอบธรรมดา (Oven) เช่น สตูเนื้อ

3.4 ถ้วยกระดาษพร้อมฝาปิดแบบลอกเปิดได้ง่าย นิยมใช้บรรจุอาหารที่มีของเหลวมาก เช่น ซุป โจ๊ก ซอส เป็นต้น

รูปที่ 2.5 รีทอร์ตเพาช์รูปแบบต่างๆ

ที่มา: http://www.pacflex.com/

4. ข้อดีและข้อเสียของการใช้รีทอร์ตเพาช์

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัวขึ้นมาใช้บรรจุผลิตภัณฑ์อาหารในระดับอุตสาหกรรมนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัวแทนกระป๋องโลหะที่มีข้อจำกัดต่างๆ เช่น การที่กระป๋องโลหะก่อให้เกิดอันตรายจากการปนเปื้อนด้วยโลหะหนักในผลิตภัณฑ์อาหาร ต้นทุนกระป๋องที่ค่อนข้างสูง การขนส่ง และการเก็บรักษาที่จำเป็นต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บค่อนข้างมาก การฆ่าเชื้อที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลานาน เป็นต้น ดังนั้นจะสามารถเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัวกับบรรจุภัณฑ์ประเภทกระป๋องโลหะได้ ดังนี้ (ดนุพล, 2549)

ข้อดี

1. ประหยัดพลังงาน คือ ใช้พลังงานต่ำกว่าการผลิตโดยใช้การผลิตกระป๋องแบบใหม่ประมาณร้อยละ 10 ถึง 15
2. สามารถประหยัดวัสดุที่ใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์ได้
3. ลดเนื้อที่ในการเก็บรักษาทั้งในรูปถุงเปล่า และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปได้ถึงประมาณร้อยละ 85
4. ลดน้ำหนักในการขนส่ง ทำให้สะดวกในการขนถ่ายและขนส่ง
5. ไม่ทำให้เกิดมลภาวะอันเนื่องมาจากโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว และไม่เกิดปัญหาด้านการสึกกร่อน (Corrosion)
6. มีอายุการเก็บรักษาเทียบเท่าอาหารกระป๋อง
7. อาหารมีคุณภาพดีกว่าในด้านรสสัมผัสต่าง ๆ เพราะใช้เวลาในการฆ่าเชื้อต่ำกว่า
8. อาหารมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่า เพราะวิตามิน โปรตีนต่าง ๆ สามารถคงสภาพไว้ได้ดีกว่า ไม่ถูกทำลายด้วยความร้อนจนสูญเสียสภาพเกินไป
9. กระบวนการผลิตในโรงงานสามารถเปลี่ยนขนาดบรรจุได้ง่าย และรวดเร็วกว่า
10. สะดวกและรวดเร็ว สำหรับผู้บริโภคในการเปิดบรรจุภัณฑ์ โดยฉีกที่รอยตัด (Notch)
11. ไม่มีปัญหาด้านการสึกกร่อนด้านนอก และมีปัญหาน้อยกว่าในการเกิดปฏิกิริยาภายในถุงกับอาหาร
12. ไม่พบปัญหาการบุบของบรรจุภัณฑ์ที่ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมซื้อ
13. ง่ายและสะดวกต่อการทิ้ง ไม่กินเนื้อที่
14. สามารถอุ่นอาหารได้ในเวลาที่รวดเร็วกว่า และอุ่นได้ทั้งถุง (Boil in Bag)
15. การพิมพ์บนซองหรือฉลากสามารถออกแบบสีสันให้สวยงามมากกว่า

ข้อเสีย

1. อัตราการผลิตของถุงต่ำกว่าการผลิตกระป๋อง และมีความยุ่งยากมากกว่า
2. ต้องเน้นในการตรวจสอบ ดูแลรักษา และควบคุมคุณภาพมากกว่ากระป๋อง
3. มีอัตราการสูญเสียสูงกว่า เนื่องจาการแตก การกระทบกระแทกในระหว่างการขนส่ง ทำให้มีรู รอยขีดข่วน ฉีกขาดได้ง่ายกว่า
4. ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพิ่มเมื่อต้องการเปลี่ยนวิธีการบรรจุแบบบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัว กรรมวิธีการฆ่าเชื้อยุ่งยากมากกว่า
5. มีข้อจำกัดสำหรับถุงขนาดใหญ่จะต้องใช้เวลาการฆ่าเชื้อนานทำให้เกิด Over Processing
6. ต้องบรรจุถุงในกล่องเพื่อป้องกันการกระทบกระแทก และให้แสดงตัว ณ จุดขายให้ดีทำให้ราคาต้นทุนของบรรจุภัณฑ์ขายปลีกใกล้เคียงกับกระป๋อง
7. การตรวจสอบหารอยรั่วทำได้ยากกว่า (ดนุพล, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การบรรจุอาหารโดยระบบปลอดเชื้อ (Aseptic Packaging)

การบรรจุอาหารโดยระบบปลอดเชื้อ เป็นเทคโนโลยีทางการบรรจุอาหารที่สามารถผลิตอาหารที่มีคุณภาพ และมีโภชนาการสูงขึ้น มีอายุเก็บที่ยาวนานในอุณหภูมิปกติหลักการของระบบปลอดเชื้อต่างจาก กระบวนการสเตอไรซ์ที่ในการผลิตกระป๋อง ถึงแม้ว่าใช้หลักการการกำจัดจุลินทรีย์เหมือนกัน โดยการผลิตอาหารกระป๋องจะใช้ความร้อนทำลายเชื้อ จุลินทรีย์ในอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทเรียบร้อย ในขณะที่การบรรจุแบบปลอดเชื้อต้องประกอบด้วยหลักการทั้ง 3 อย่าง คือ

5.1 อาหารต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีที่เหมาะสม โดยทำให้ปลอดเชื้อในระดับ Commercial Sterilization ซึ่งหมายความว่าอาหารจะต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้อีกในระหว่างการเก็บ และการขนส่งที่อุณหภูมิปกติ และปราศจากสารพิษหรือโรคจากจุลินทรีย์ โดยวิธีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร นิยมด้วยวิธีใช้ความร้อนโดยตรง ใช้กับอาหารที่เป็นของเหลว และวิธีใช้ความร้อนทางอ้อม ซึ่งความร้อนจะไม่สัมผัสกับอาหารโดยตรง วิธีนี้สามารถใช้กับอาหารที่ข้นหนืด และมีชิ้นส่วนและชิ้นอาหารปะปนอยู่ได้ ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีใหม่ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อในอาหาร เช่น การใช้คลื่นความถี่วิทยุ ความร้อนจากไมโครเวฟ พลังงานจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้า หรือการใช้รังสียูวี เป็นต้น

5.2 ภาชนะต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีที่เหมาะสม โดยมีวิธีการฆ่าเชื้อหลายวิธี เช่น การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน สารเคมี หรือรังสี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของภาชนะบรรจุ

5.3 การบรรจุนั้นกระทำในสภาวะที่ปลอดเชื้อจนกว่าภาชนะนั้นจะบรรจุและปิดผนึกจนเสร็จสมบูรณ์โดยบรรยากาศต้องอยู่ในสภาพปลอดเชื้อ ซึ่งการทำสภาพปลอดเชื้อมี 2 วิธี คือ การใช้อากาศร้อน หรือการใช้รังสียูวี

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัจฉราพร และอภิชาติ (2553) วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวดำจากแหล่งที่ต่างกัน พบว่าข้าวเหนียวดำจากเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ให้ปริมาณสารอาหารมากกว่าข้าวเหนียวดำจากจังหวัดแพร่ และเมื่อนำข้าวเหนียวดำมาเปรียบเทียบกับข้าวเจ้าหอมมะลิที่ปลูกในฤดูเดียวกันจากอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่าข้าวเหนียวดำจากเขาค้อมีปริมาณสารอาหาร จำนวน 14 ใน 23 รายการสูงกว่าข้าวเจ้าหอมนิล เช่น โอเมก้า 3 โอเมก้า 6 โอเมก้า 9 วิตามินอี (อัลฟ่า-โทโคฟีรอล) และมีปริมาณแอนโทไซยานิน เท่ากับ 46.56 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัม เปรียบเทียบกับ 1.44 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัมในข้าวเจ้าหอมนิล ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระโดยรวมเท่ากับ 883.77 มิลลิกรัมกรดแอสคอบิกต่อหนึ่งร้อยกรัม เปรียบเทียบกับ 192.57 มิลลิกรัมกรดแอสคอบิกต่อหนึ่งร้อยกรัมในข้าวเจ้าหอมนิล

ผาณิต (ม.ป.ป.) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของข้าว 9 สายพันธุ์จากจังหวัดอุบลราชธานี คือ ข้าวเหนียวดำ ข้าวหอมกัญญา ข้าวหอมนิล ข้าวสังข์หยด ข้าวหอมมะลิแดง ข้าวหอมมะลิ105 ข้าวเล้าแตก ข้าวสินเหล็ก และข้าวหอมอุบล จากการศึกษา พบว่าข้าวเหนียวดำมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด และมีปริมาณไขมันต่ำที่สุด ข้าวหอมกัญญามีปริมาณโปรตีน วิตามินบี 1 วิตามินอี และไขมันสูงที่สุด ข้าวหอมนิล มีปริมาณใยอาหาร ซีลีเนียม และไนอะซินสูงที่สุด ข้าวสังข์หยดมีปริมาณสังกะสีสูงที่สุด และให้พลังงานต่ำที่สุด ข้าวหอมมะลิแดงมีกากใยและพลังงานสูงที่สุด ข้าวสินเหล็กมีปริมาณวิตามินบี 1 สูงที่สุด ข้าวหอมอุบลมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและธาตุเหล็กสูงที่สุด ข้าวหอมมะลิ105 มีปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังกะสี ไนอะซิน และวิตามินอี ค่อนข้างสูง ในขณะที่ข้าวเล้าแตกไม่มีสารอาหารตัวใดที่สูงเด่นชัด แต่มีปริมาณไนอะซินและสังกะสีอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง

ญดารัตน์ (2548) การศึกษาวิธีการลดปริมาณจุลินทรีย์ในพริกแห้งโดยวิธีล้างน้ำก๊อกเป็นเวลา 10 นาที ลวกน้ำเดือด 1 นาที แช่สารละลายโซเดียมไฮโดรคลอไรท์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.005 เวลา 30 นาที แช่สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.001 เวลา 10 นาที แช่สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 เวลา 10 นาที แช่สารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.50 เวลา 10 นาที แช่สารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 เวลา 10 นาที แช่สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 เวลา 10 นาที พบว่าทุกชุดการทดลองสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้มากกว่าร้อยละ 70 โดยการล้างผ่านน้ำก๊อกเป็นเวลา 10 นาที สามารถลดระดับจุลินทรีย์ได้มากที่สุด คือปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงร้อยละ 97 (5.00×10^3 cfu/g) ปริมาณยีสต์และราลดลง ร้อยละ 96 (2.00×10^3 cfu/g)

วิลาสินี (2554) ศึกษาการตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำพริกอ่อง น้ำพริกหนุ่ม แหนมและไส้อั่ว ที่เป็นผลิตภัณฑ์อาหาร OTOP ของจังหวัดเชียงราย โดยตรวจหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค โดยใช้เกณฑ์จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ทำการสุ่มอาหารทั้ง 4 ชนิดจากร้านค้าโดยวิธีแบบเจาะจง พบว่าไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* sp., *S. aureus*, *C. perfringens* และ *E. coli* ในผลิตภัณฑ์อาหารทั้ง 4 ชนิด แต่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในน้ำพริกอ่องและน้ำพริกหนุ่ม มีค่า น้อยกว่า 10 cfu/g เช่นกัน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

พิทยาภรณ์ (2554) การศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่ม โดยวิธีการปรับค่าความเป็นกรดด่าง ให้เหมาะสมกับช่วงการออกฤทธิ์ของโซเดียมเบนโซเอตโดยใช้น้ำพริกหนุ่มจากร้านค้าในตลาดสดท้องถิ่นเป็นวัตถุดิบในการศึกษา ซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.53±0.22 log cfu/g จากการศึกษาพบว่าน้ำพริกหนุ่มที่เก็บไว้ในตู้เย็นมีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ซึ่งน้ำพริกหนุ่มสามารถเก็บไว้ได้ 64 ชั่วโมง โดยจุลินทรีย์ทั้งหมดยังคงไม่เกิน 10^6 cfu/g และพบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเกิน 10^6 cfu/g อย่างรวดเร็ว หลังเก็บไว้เป็นเวลาเพียง 8 ชั่วโมง จากการเติมโซเดียมเบนโซเอต 3 ระดับคือ 0, 500 และ 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าการเติมหรือไม่เติมโซเดียมเบนโซเอต เมื่อเก็บไว้ตู้บ่ม (30±1 องศาเซลเซียส) สามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 16 ชั่วโมง แต่เมื่อเก็บในตู้เย็นสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 64, 80 และ 96 ชั่วโมง ตามลำดับของการเติมโซเดียมเบนโซเอต

ฐิตินันท์ (2552) การศึกษาชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำพริกตาแดงก่อนและหลังการให้ความร้อนในกระบวนการแปรรูปด้วยกระทะ (75±2 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ต่อน้ำพริก 1 กิโลกรัม) โดยผลิตน้ำพริกตาแดงสองสูตรที่มีส่วนผสมต่างกัน พบว่า น้ำพริกตาแดงสูตรที่ 1 ก่อนการให้ความร้อนด้วยกระทะตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา และ *S. aureus* และหลังจากการผ่านการให้ความร้อนด้วยกระทะจำนวนจุลินทรีย์ที่พบมีจำนวนลดลงจากก่อนการให้ความร้อน ส่วนสูตรที่ 2 ก่อนการให้ความร้อนนั้นตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดเดียวกันกับสูตรที่ 1 และหลังการให้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อนจำนวนจุลินทรีย์ที่พบมีจำนวนลดลงเช่นเดียวกัน แสดงว่าความร้อนมีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์ลดจำนวนลงไม่แตกต่างกัน

นิภัชราพร และพัชราภรณ์ (ม.ป.ป.) ศึกษาการแพร่กระจาย *B. cereus* ในน้ำพริก อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร โดยใช้น้ำพริก 4 ชนิดในการตรวจสอบ ได้แก่ น้ำพริกปลาย่าง น้ำพริกปลาร้า น้ำพริกปลาทู และน้ำพริกกะปิ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำพริกจากร้านขายน้ำพริกที่บริเวณตลาดไนท์บาซาร์กำแพงเพชร และบริเวณตลาดศูนย์การค้า ในอำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร มาทำการตรวจนับจานวนเชื้อ *B. cereus* ตามวิธีการของ Bacteriological Analytical Manual (BAM) Online พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อ *B. cereus* ในน้ำพริกปลาย่างมากที่สุด เท่ากับ 4.29×10^3 cfu/g ในขณะที่น้ำพริกปลาทูมีการปนเปื้อนเชื้อ *B. cereus* ต่ำที่สุด เท่ากับ 1.50×10^2 cfu/g

เสาวคนธ์ และคณะ (2556) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวผัดพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงทนร้อน (Retort Pouch) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่บรรจุอยู่ในถุงทนร้อน ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัว (Flexible Package) ประกอบด้วยวัสดุ 3 ชั้น ได้แก่ พลาสติก อลูมิเนียม วัสดุประสาน ชั้นของถุงแบ่งออกตามคุณสมบัติเพื่อการใช้งาน คือ ชั้นนอกเป็นชั้นที่เหนียวทนต่อการขีดข่วน ชั้นกลางเป็นชั้นที่ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน แสงสว่าง ความชื้น และชั้นในเป็นชั้นที่มีคุณสมบัติปิดผนึกได้ด้วยความร้อน สามารถสัมผัสอาหารได้โดยปลอดภัย ซึ่งผลิตภัณฑ์จัดได้ว่าเป็นอาหารบรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท กระบวนการผลิตอาหารได้ใช้หลักการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลซ์ ทำให้อาหารปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และทำลายเชื้อจุลินทรีย์หรือสปอร์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสียซึ่งสามารถที่จะเจริญเติบโตในอาหารได้ที่อุณหภูมิในการเก็บรักษาปกติ จึงทำให้อาหารที่ผ่านการสเตอริไลซ์สามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสียที่อุณหภูมิห้องและไม่ต้องแช่เย็น

ทวิพัฒน์ (2550) กล่าวว่า การพัฒนากรรมวิธีผลิตข้าวผัดกุ้งบรรจุในรีทอร์ตเพาช์ ใช้กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ 116 องศาเซลเซียส โดยใช้ค่า F_0 ที่ 5.1, 10.0 และ 15.2 นาที พบว่าการฆ่าเชื้อที่ F_0 5.1 นาที ให้ผลดีที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผลการทดสอบทางจุลินทรีย์ พบว่า อยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานการผลิตอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำบรรจุกระป๋อง เมื่อทดสอบอายุการเก็บรักษาพบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้ 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส

สุภาพร และกฤตภาส (2556) ศึกษาการพัฒนาบรรจุภัณฑ์น้ำพริกพร้อมบริโภค โดยผลิตน้ำพริกสวรรค์หอยนางรมและน้ำพริกตะลิงปลิงบรรจุถุงรีทอร์ตเพาช์ แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ไม่พบการเปลี่ยนแปลงทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยมีค่าปริมาณน้ำอิสระระหว่าง 0.88 ถึง 0.89 และ 0.84 ถึง 0.86 ตามลำดับ มีค่าความเป็นกรดด่าง ระหว่าง 5.95 ถึง 6.08 และ 4.43 ถึง 4.51 ตามลำดับ พบจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 100 cfu/g ยีสต์และราไม่เกิน 10 cfu/g *E. coli* ไม่เกิน 3 MPN/g ไม่พบ *Salmonella* sp. และ *S. aureus* พบ *B. cereus* และ *C. perfringens* ไม่เกิน 100 cfu/g ในน้ำพริกทั้ง 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติศักดิ์ และคณะ (2553) ศึกษาผลของระดับความร้อนในการฆ่าเชื้อน้ำพริกกะปิบรรจุกระป๋อง ใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ 116 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 13 นาที พบว่าน้ำพริกกะปิมีสีคล้ำเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง ในขณะที่ค่า a*และค่า b* เพิ่มขึ้น ผู้บริโภคให้การยอมรับด้านความชอบรวมอยู่ในระดับชอบมาก เมื่อวิเคราะห์ผลทางด้านจุลินทรีย์ ไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่ม Flat sour

Tulu *et al*. (2013) ศึกษาการประเมินความปลอดภัยของจุลินทรีย์ของเครื่องเทศในเมืองจิมมา พบว่า พริกแดงมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุด คือ 1.70×10^{8} cfu/g และขมิ้นมีจำนวนจุลินทรีย์น้อยที่สุด คือ 3.98×10^{6} cfu/g

Parveen *et al*. (2014) ได้ศึกษาการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องเทศ โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากตลาดในประเทศบังคลาเทศ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจากตัวอย่างที่ไม่ได้บรรจุถุงเป็น 8.53×10^{4} ถึง 4.53×10^{5} cfu/g และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจากตัวอย่างที่บรรจุถุงเป็น 5.26×10^{2} ถึง 2.06×10^{3} cfu/g ปริมาณโคลิฟอร์มเป็น 3.65×10^{1} ถึง 7.20×10^{1} MPN/g ปริมาณยีสต์และรา เป็น 3.37×10^{3} ถึง 1.90×10^{5} cfu/g ปริมาณ *E. coli* เป็น 0.76 ถึง 1.28×10^{1} MPN/g และปริมาณ *S. aureus* เป็น 3 cfu/g ซึ่งมาจากตัวอย่างที่ไม่ได้บรรจุถุง

Banerjee *et al*. (2002) ได้ศึกษาการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องเทศในประเทศอินเดีย พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เป็นร้อยละ 51 ของตัวอย่าง ซึ่งเกินมาตรฐานที่ยอมรับได้ (มากกว่า 10^{6} cfu/g) ขณะที่เชื้อราพบร้อยละ 97 ของตัวอย่าง ยีสต์พบเพียงร้อยละ 1 ส่วน *B. cereus*, *C. perfringens*, *S. aureus* และปริมาณของ Enterobacteriaceae เป็นร้อยละ 85, 59, 11 และ 85 ตามลำดับ โคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์ม พบร้อยละ 33 และ 15 ตามลำดับ *E. coli* พบเพียงร้อยละ 1 ของตัวอย่างกระเทียม *Salmonella* และ *Shigella* พบร้อยละ 2.6 ของตัวอย่าง แม้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างที่บรรจุถุงแล้วจะมีสูงกว่าตัวอย่างที่ยังไม่บรรจุถุง แต่ปริมาณเชื้อรา, *B. cereus* และ Enterobacteriaceae ของตัวอย่างที่ยังไม่บรรจุถุงมีสูงกว่าตัวอย่างที่บรรจุด้วยโพลีเอทิลีน

Devadason *et al.* (2014) ศึกษาก้อนเนื้อควายที่บรรจุในรีทอร์ตเพาช์ 3 ชั้นด้วยการปิดผนึกแบบสุญญากาศ แล้วนำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ 107 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที พบว่าผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 90 วันที่อุณหภูมิ 30±1 องศาเซลเซียส ซึ่งยังคงคุณภาพ เนื้อสัมผัส และประสาทสัมผัสที่ดี รวมถึงมีความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์

Anandh *et al*. (2014) ศึกษากระบวนการผลิตและอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของนมกลิ่นกุหลาบบรรจุรีทอร์ตเพาช์ โดยทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 14.60 และ 13.97 นาที พบว่า นมมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้นทั้งสองสภาวะ ไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, โคลิฟอร์ม, ยีสต์และรา ภายในระยะเวลาการเก็บรักษา 90 วัน

Hema *et al*. (2015) ศึกษากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์สตูว์ซูริมิบรรจุในรีทอร์ตเพาช์ ใช้กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 45 นาที ผลการทดลอง พบว่าผลิตภัณฑ์มีประสาทสัมผัสที่ยอมรับได้จนกระทั่งการเก็บรักษา 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่มีกลิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาวปลา เนื้อสัมผัสนุ่ม มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี ไม่พบ Aerobic Bacteria และ Anaerobic Bacteria

Shashidhar *et al.* (2016) กล่าวว่า ซุปกุ้งเสริมแคลเซียมพร้อมดื่มในรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้ออัดแรงดันที่อุณหภูมิ 121, 115 และ 110 องศาเซลเซียส มีค่า F_0 เท่ากับ 6 นาที ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (พีเอช เท่ากับ 6.73±0.13) ในกระบวนการฆ่าเชื้อใช้ระยะเวลาของกระบวนการที่ 110 องศาเซลเซียส สูงสุด และที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ใช้เวลาต่ำสุด ผลการทดลอง พบว่า ผลิตภัณฑ์มีประสาทสัมผัสที่ยอมรับได้เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือนที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียม พร้อมยังคงเนื้อสัมผัส และประสาทสัมผัสที่ดีไว้ โดยผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื้อ 121 องศาเซลเซียส มีประสาทสัมผัสดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ 115 และ 110 องศาเซลเซียส

Jang and Lee (2012) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของซุปไก่พร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลส์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที พบว่าค่าความหนืดเพิ่มขึ้นจาก 775 เป็น 2,025 เซนติพอยส์ และไม่พบการเจริญของเชื้อ *C. perfringens*

2.15 สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

พิมพ์เพ็ญ (2556) ได้พัฒนากระบวนการผลิตกล้วยบวชชีบรรจุกระป๋องให้มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นและปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค พบว่าการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่เหมาะสม ได้แก่ การนำกล้วยบวชชีบรรจุกระป๋องฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยเครื่องหม้อฆ่าเชื้อใช้ระยะเวลาไล่อากาศ 5 นาทีและฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาทีเพื่อให้ได้ F_0 มากกว่า 6 นาที จากนั้นทำให้เย็นด้วยน้ำเย็นจนอุณหภูมิในกระป๋องประมาณ 50 องศาเซลเซียส

Wang (2015) ได้พัฒนาเครื่องฆ่าเชื้อเนื้อด้วยการใช้ความร้อนสูงโดยการสเตอริไลซ์ ซึ่งการทำงานของเครื่องจะช่วยจำกัดเวลาและอุณหภูมิได้ ลดกำลังคนและช่วยพัฒนาการทำงานให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

1. ข้าวลืมผัว (จากกลุ่มเกษตรอินทรีย์ พะวอพืชผล จังหวัดตาก)
2. หอมแดง (บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน)
3. พริกเล็ก (บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน)
4. พริกใหญ่ (บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน)
5. เครื่องเทศ (บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน)
6. เครื่องปรุง (บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน)

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องตีป่นอาหาร ยี่ห้อ Interscience รุ่น BAGMIXER 400
2. ถุงพลาสติกปราศจากเชื้อสำหรับใช้ตีป่น
3. เครื่องชั่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น TE214S
4. เครื่องผสมตัวอย่างในหลอดทดลอง ยี่ห้อ Scientific Industries รุ่น VORTEX-GENIE 2
5. ตู้ปลอดเชื้อ ยี่ห้อ Heal Force รุ่น Alphac Clean 1300
6. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ รุ่น AUTOCLAVE ES-315 บริษัท Tomy Seiko
7. ตู้บ่มเชื้อ ยี่ห้อ Binder control บริษัท ไซแอนติฟิคโปรโมชัน จำกัด
8. เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR 300
9. เครื่องวัดค่าความหนืด รุ่น Brookfield viscometer Model DV-II+
10. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ รุ่น AquaLab Series 3
11. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง ยี่ห้อ Mettler Tdledo SevenGO Pro
12. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบเชิงประกอบ (Compound microscope) รุ่น CH30RF200 บริษัท Olympus Optical Co., Ltd.
13. จานเพาะเลี้ยงเชื้อ
14. ปิเปต
15. เข็มและลูปเขี่ยเชื้อ
16. แท่งแก้วงอ
17. หลอดทดลอง
18. หลอดดักแก๊ส
19. ตะเกียงแอลกอฮอล์
20. บรรจุภัณฑ์
21. เครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retorts)
22. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สารเคมี

1. สารละลายเปปโตนซาไลน์
2. สารละลาย Butterfield's Phosphate-Buffered
3. แอลกอฮอล์ร้อยละ 95
4. สารละลาย Phosphate Buffered

3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate Count Agar (PCA)
2. Potato Dextrose Agar (PDA)
3. Lauryl Tryptose Broth (LST)
4. Brilliant Green Lactose Bile (BGLB)
5. *E. coli* (EC) Broth
6. Rappaport-Vassiliadis Soya Peptone (RVS) Broth
7. Xylose Lysine Desoxycholate (XLD) Agar
8. Baird Parker Medium (BPA)
9. Mannital Egg Yolk Polymyxin (MYP) Agar
10. Phenol Red Glucose Broth
11. Nitrate Broth
12. Motility Test Medium (Semisolid)
13. Triple Sugar Iron (TSI) Agar
14. Lysine Iron Agar (LIA)

3.5 วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ของวัตถุดิบหลักที่เป็นส่วนประกอบในการผลิตซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว

1. การเตรียมวัตถุดิบหลัก ได้แก่ ข้าวลืมผัว, หอมแดง, พริกเล็ก และพริกใหญ่ ดังนี้

1.1 ข้าวลืมผัว ล้างด้วยน้ำสะอาด ผึ่งให้แห้ง จากนั้นชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อที่ใช้สำหรับตีป่นอาหาร

1.2 หอมแดง ปลอกเปลือก ล้างด้วยน้ำสะอาด ผึ่งให้แห้ง หั่นเป็นชิ้นเล็ก จากนั้นชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อที่ใช้สำหรับตีป่นอาหาร

1.3 พริกเล็ก ล้างด้วยน้ำสะอาด ผึ่งให้แห้ง ตัดขั้วออก หั่นเป็นชิ้นเล็ก จากนั้นชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อที่ใช้สำหรับตีป่นอาหาร

1.4 พริกใหญ่ เตรียมวัตถุดิบตามวิธีดังพริกเล็ก ข้อ 1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น (ฐิตินันท์, 2552) ในวัตถุดิบหลัก ดังนี้

2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) (BAM online, 2001) (ภาคผนวก ง1)
2.2 ยีสต์และรา (BAM online, 2001) (ภาคผนวก ง2)
2.3 เชื้อ *B. cereus* (BAM online, 2001)

โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา และเชื้อ *B. cereus* วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS เวอร์ชั่น 23 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่ศึกษาโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

สำหรับเชื้อ *B. cereus* ทำการวิเคราะห์ดังภาคผนวก ง5 โดยเลี้ยงเชื้อในอาหาร MYP สังเกตโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารที่มีลักษณะเด่น มาทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ลงในอาหาร Nutreint agar (NA) slant จากนั้นทำการศึกษา ดังนี้

2.3.1 ทดสอบทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ การย้อมสีแกรม
2.3.2 ทดสอบทางชีวเคมี ได้แก่ การทดสอบการสร้างคะตะเลส, การทดสอบการใช้กลูโคสในสภาพไร้อากาศด้วยอาหาร Phenol Red Glucose Broth, การทดสอบการรีดิวซ์ไนเตรตด้วยอาหาร Nitrate Broth, การทดสอบการเคลื่อนที่ด้วยอาหาร Motility Test Medium (Semisolid) และการทดสอบปฏิกิริยากับไข่แดงและการสร้างกรดจากแมนนิทอลด้วยอาหาร MYP Agar

ตอนที่ 2 การศึกษาผลของการเติมข้าวลืมผัวในซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว

ทำการศึกษาผลของการเติมข้าวลืมผัวที่ระดับต่างๆ ได้แก่ ร้อยละ 5, 10 และ 15 ดัดแปลงมาจากสูตรพื้นฐาน (มาริสา, 2559) เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมข้าวลืมผัว

นำส่วนประกอบต่างๆในแต่ละสูตร ดังตารางที่ 3.1 ปั่นรวมกันให้ละเอียด ใส่ในกระทะผัดที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ได้ซอสเครื่องเทศลักษณะข้นหนืด

ตารางที่ 3.1 วัตถุดิบสำหรับทำซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว

สูตร	ส่วนประกอบ (ร้อยละ)					รวม
	ข้าวลืมผัว	น้ำ	พริก	เครื่องเทศ	เครื่องปรุงรส	
สูตรพื้นฐาน	6 (ข้าวสาร)	70	8	10	6	100
1 (ชุดควบคุม)	0	76	8	10	6	100
2	5	71	8	10	6	100
3	10	66	8	10	6	100
4	15	61	8	10	6	100

ที่มา: มาริสา (2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุ่มตัวอย่างซอสเครื่องเทศแต่ละสูตรนำมาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

1.1 การวัดความหนืด (ดัดแปลงจากวิธี Chopda and Barrett, 2001) (ภาคผนวก ข1)
1.2 การวัดค่าสี ด้วยระบบ L*a*b* (ภาคผนวก ข2)

2. การวิเคราะห์คุณภาพเคมี ได้แก่

2.1 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) (AOAC online, 2000) (ภาคผนวก ค1)
2.2 ความเป็นกรดด่าง (pH) (AOAC online, 2002) (ภาคผนวก ค2)

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมี ทำการวางแผนการทดลองตามตอนที่ 1 ข้อ 2.3

3. การวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพ

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ 429 พ.ศ.2548 เรื่องน้ำพริกแกงและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงโดยการสเตอริไลซ์ในเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน ได้แก่

3.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) (BAM online, 2001) (ภาคผนวก ง1)
3.2 ยีสต์และรา (BAM online, 2001) (ภาคผนวก ง2)
3.3 โคลิฟอร์มและ *E. coli* โดยวิธี MPN (BAM online, 2002) (ภาคผนวก ง3)
3.4 เชื้อ *S. aureus* (BAM online, 2001) (ภาคผนวก ง4)
3.5 เชื้อ *B. cereus* (BAM online, 2001) (ตามตอนที่ 1 ข้อ 2.3)
3.6 เชื้อ *Salmonella* spp. (ISO 6579, 2002)

โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา, โคลิฟอร์มและ *E. coli*, เชื้อ *S. aureus,* เชื้อ *B. cereus* และเชื้อ *Salmonella* spp. วางแผนการทดลองตามตอนที่ 1 ข้อ 2.3

สำหรับเชื้อ *Salmonella* spp. ทำการวิเคราะห์ดังภาคผนวก ง6 โดยเลี้ยงเชื้อในอาหาร XLD สังเกตโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารที่มีลักษณะเด่น มาทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ลงในอาหาร Nutreint agar (NA) slant จากนั้นทำการศึกษา ดังนี้

3.6.1 ทดสอบทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ การย้อมสีแกรม
3.6.2 ทดสอบทางชีวเคมี ได้แก่ การทดสอบความสามารถในการสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ การใช้น้ำตาลกลูโคส แลคโตส ซูโครส ด้วยอาหาร TSI และการทดสอบดีคาร์บอกซิเลตไลซีน และการเคลื่อนที่ด้วยอาหาร LIA

4. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำซอสเครื่องเทศในแต่ละสูตรมาทดสอบประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic Scaling 9 Point (Meilgaard *et al.*, 1999) ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี รสหวาน รสเผ็ด กลิ่น รสชาติ ความข้นหนืดและความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1 ถึง 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน (ตัวอย่างแบบประเมินดังแสดงในภาคผนวก ฉ) โดยวางแผนการทดลองตามตอนที่ 1 ข้อ 2.3

ตอนที่ 3 การศึกษาผลของการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงต่อคุณภาพของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว

เตรียมซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวสูตรที่ได้รับการยอมรับจากตอนที่ 2 จากนั้นแบ่งเป็น 2 ส่วนโดยส่วนแรกไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ ส่วนที่สองนำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ โดยนำซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวบรรจุลงบรรจุภัณฑ์แบบถ้วยปริมาตร 170 กรัมต่อถ้วย นำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงด้วยเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน โดยมีสภาวะการทำงานที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 21 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที

สุ่มตัวอย่างซอสเครื่องเทศหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงนำมาตรวจสอบลักษณะภายนอกและลักษณะทั่วไปของบรรจุภัณฑ์ดังแสดงในภาคผนวก จ จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางชีวภาพ เช่นเดียวกันกับตอนที่ 2 ข้อ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยวางแผนการทดลองตามตอนที่ 1 ข้อ 2.3

ส่วนเชื้อ *C. perfringens* ส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด (Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.) (BAM online, 2001) (ภาคผนวก ง7) ซึ่งการตรวจวิเคราะห์ทางชีวภาพเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 200 พ.ศ.2543 เรื่องซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ของวัตถุดิบหลักที่เป็นส่วนประกอบในการผลิตซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์จำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นของวัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว ได้แก่ ข้าวลืมผัว, พริกเล็ก, พริกใหญ่ และหอมแดง แสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในพริกเล็กมีค่ามากที่สุด คือ 3.93×10^{6} cfu/g มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) กับข้าวลืมผัว หอมแดง และ พริกใหญ่ แต่ข้าวลืมผัวกับพริกใหญ่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tulu *et al*. (2013) ที่ศึกษาการประเมินความปลอดภัยของจุลินทรีย์ของเครื่องเทศในเมืองจิมมา พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของพริกแดงมีจำนวนมากที่สุดคือ 1.70×10^{8} cfu/g นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องเทศ ได้แก่ พริกแดง, ลูกผักชี และขมิ้น โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากตลาดในประเทศบังคลาเทศ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดจากตัวอย่างที่ไม่ได้บรรจุถุงอยู่ในช่วง 8.53×10^{4} ถึง 4.53×10^{5} cfu/g และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดจากตัวอย่างที่บรรจุถุงอยู่ในช่วง 5.26×10^{2} ถึง 2.06×10^{3} cfu/g (Parveen *et al*., 2014)

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของวัตถุดิบหลัก

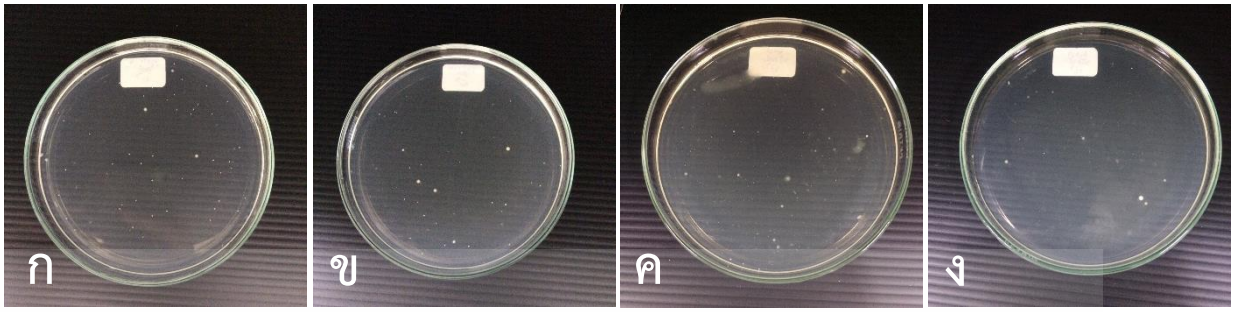
วัตถุดิบ	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	จำนวนยีสต์และรา (cfu/g)	*B. cereus* (cfu/g)
ข้าวลืมผัว	$1.61\times10^{6b}\pm0.13$	$9.03\times10^{4b}\pm0.24$	ND
หอมแดง	$2.68\times10^{5c}\pm0.00$	$3.40\times10^{3d}\pm0.05$	ND
พริกเล็ก	$3.93\times10^{6a}\pm0.46$	$3.21\times10^{5a}\pm0.68$	ND
พริกใหญ่	$1.30\times10^{6b}\pm0.18$	$6.73\times10^{4c}\pm0.23$	ND

หมายเหตุ : ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วย DMRT
ND (Not Detected) หมายถึง ตรวจไม่พบ *B. cereus*

ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารในวัตถุดิบหลัก ได้แก่ ข้าวลืมผัว, หอมแดง, พริกเล็ก และพริกใหญ่ พบว่าไม่แตกต่างกัน โดยมีลักษณะรูปร่างของโคโลนี (Form) รูปร่างกลม (Circular) สีขาวขุ่น ระดับความนูนของโคโลนี (Elevation) มีลักษณะที่เห็นได้ชัด (Flat) แผ่บางๆบนผิวหน้าอาหารมองเห็นไม่ชัด (Effuse) และลักษณะที่โค้งนูนจากผิวหน้าอาหารเล็กน้อย (Convex) ลักษณะริมของโคโลนีเป็นแบบขอบเรียบไม่มีรอยหักเว้า (Entire) แบบเป็นคลื่นโค้งเว้าเล็กน้อย (Undulate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเกี่ยวกับแสง (Optical Character) มีทั้งลักษณะแบบทึบแสง (Opaque) แบบโปร่งแสงพอประมาณ (Translucent) และแบบสีขุ่นไม่ขึ้นเงา (Dull) (รูปที่ 4.1)



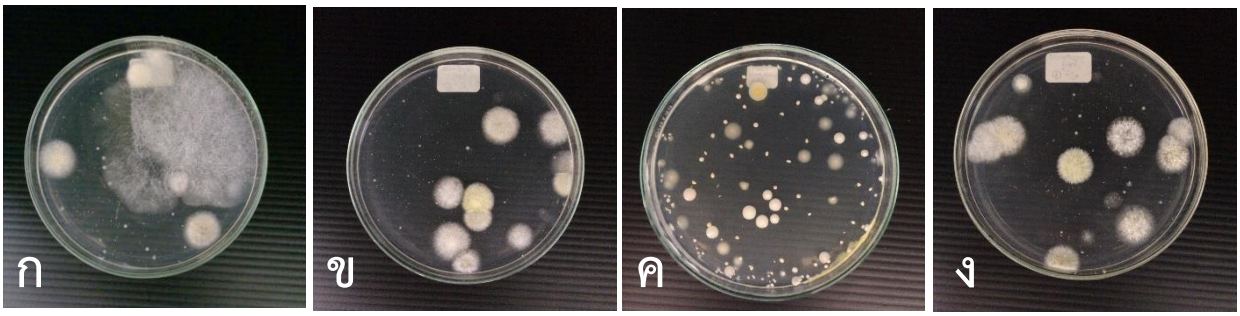
รูปที่ 4.1 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) สำหรับการตรวจจุลินทรีย์ทั้งหมดในวัตถุดิบ ได้แก่ ก. ข้าวลืมผัว (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-4}), ข. หอมแดง (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-3}), ค. พริกเล็ก (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-3}) และ ง. พริกใหญ่ (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-4})

จำนวนยีสต์และรา

ผลการวิเคราะห์จำนวนยีสต์และราที่พบในวัตถุดิบทั้ง 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยพริกเล็กมีค่ามากที่สุด คือ 3.21×10^5 cfu/g รองลงมาคือ ข้าวลืมผัว, พริกใหญ่ และหอมแดง มีจำนวน 9.03×10^4, 6.73×10^4 และ 3.40×10^3 cfu/g ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tulu *et al*. (2013) ที่ศึกษาการประเมินความปลอดภัยของจุลินทรีย์ของเครื่องเทศในเมืองจิมมา พบว่าจำนวนยีสต์และราของพริกแดงมีจำนวนมากที่สุดคือ 1.58×10^6 cfu/g นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องเทศ ได้แก่ พริกแดง, ลูกผักชี และขมิ้น โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากตลาดในประเทศบังคลาเทศ พบว่าจำนวนยีสต์และราของเครื่องเทศที่ไม่บรรจุถุงอยู่ในช่วง 3.37×10^3 ถึง 1.90×10^5 cfu/g และพบจำนวนยีสต์และราในพริกแดงบรรจุถุงจำนวน 1.00×10^2 cfu/g แต่ไม่พบในลูกผักชี และขมิ้นบรรจุถุง (Parveen *et al*., 2014)

ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ในวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด มีลักษณะคล้ายกัน โดยมีลักษณะรูปร่างของโคโลนี (Form) รูปร่างกลม (Circular) รูปร่างไม่แน่นอน (Irregular) และเป็นเส้นหยาบแผ่ออกไปคล้ายราก (Rhizoid) ระดับความนูนของโคโลนี (Elevation) มีลักษณะที่มองเห็นได้ชัด (Flat) แผ่บางๆบนผิวหน้าอาหารมองเห็นไม่ชัด (Effuse) และลักษณะที่โค้งนูนจากผิวหน้าอาหารเล็กน้อย (Convex) ลักษณะริมของโคโลนีเป็นแบบขอบเรียบไม่มีรอยหักเว้า (Entire) แบบเป็นคลื่นโค้งเว้าเล็กน้อย (Undulate) และเป็นเส้นซ้อนๆรูปร่างไม่แน่นอน (Curried) ลักษณะเกี่ยวกับแสง (Optical Character) มีลักษณะแบบทึบแสง (Opaque) แบบโปร่งแสงพอประมาณ (Translucent) และ แบบสีขุ่นไม่ขึ้นเงา (Dull) (รูปที่ 4.2)

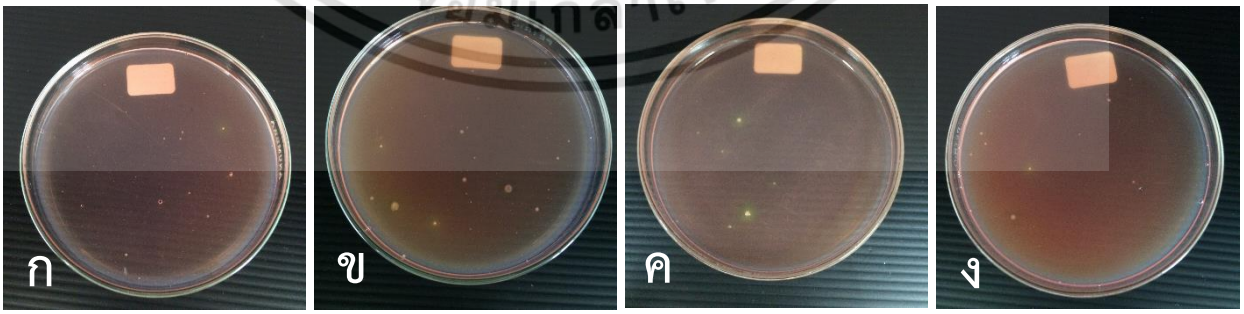
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) สำหรับการตรวจยีสต์และราในวัตถุดิบ ได้แก่ ก. ข้าวลืมผัว (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-3}), ข. หอมแดง (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-2}), ค. พริกเล็ก (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-4}) และ ง. พริกใหญ่ (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-2})

เชื้อ *B. cereus*

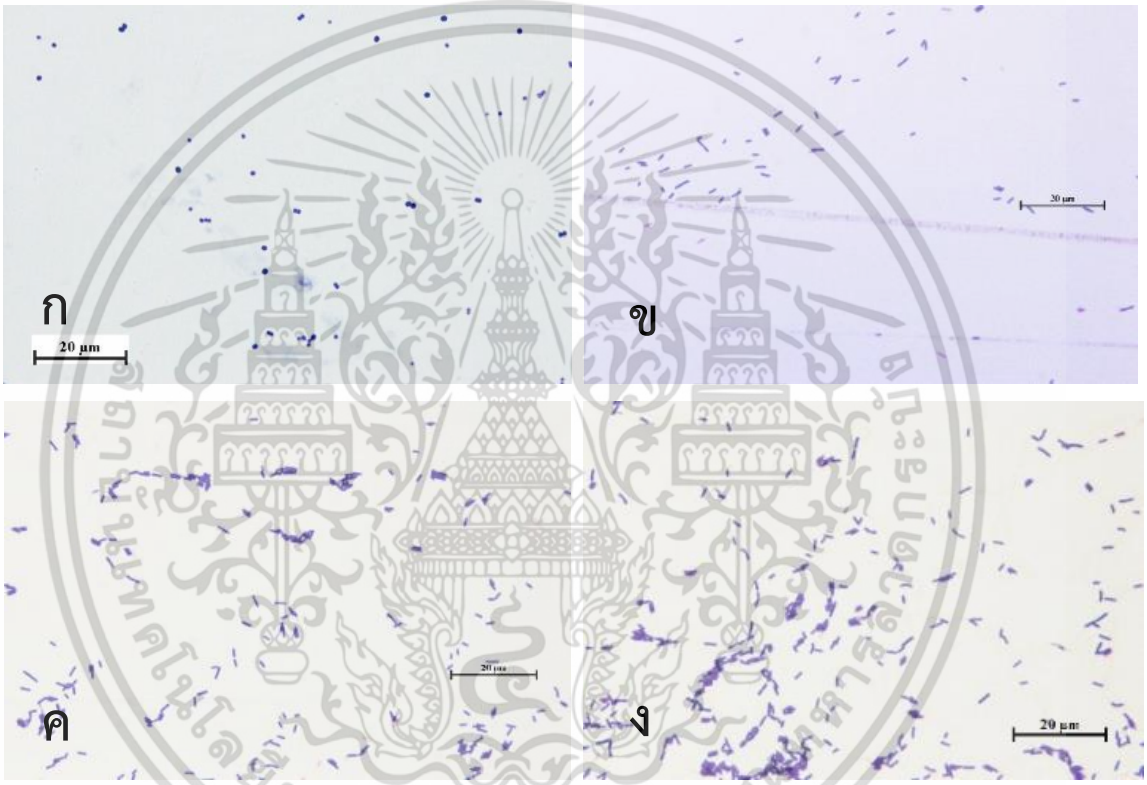
ผลการวิเคราะห์เชื้อ *B. cereus* พบว่าลักษณะโคโลนีที่เจริญทั้งในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar ของทั้ง 4 จาน มีลักษณะแตกต่างจากโคโลนีของเชื้อ *B. cereus* โดยพบลักษณะโคโลนีที่มีลักษณะรูปร่างของโคโลนี (Form) รูปร่างกลม (Circular) สีขาวขุ่นและสีเหลือง ลักษณะเกี่ยวกับแสง (Optical Character) มีลักษณะแบบทึบแสง (Opaque) ระดับความนูนของโคโลนี (Elevation) ลักษณะที่โค้งนูนจากผิวหน้าอาหารเล็กน้อย (Convex) ลักษณะริมของโคโลนี (Margin) เป็นแบบขอบเรียบไม่มีรอยหักเว้า (Entire) ทั้งในจานอาหารทั้ง 4 จากลักษณะโคโลนีที่กล่าวมาไม่พบโซนขาวขุ่นรอบโคโลนี (Opaque Zone) เนื่องจากเชื้อไม่สร้างเลซิทิเนส ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับเลซิทินในไข่แดง (สุรีย์, 2559) และจากการที่สีของอาหารเลี้ยงเชื้อ MYP เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง เพราะเชื้อสามารถย่อยสลายน้ำตาลแมนนิทอลให้เป็นกรด ทำให้สีของฟีนอลเรด (Phenol Red) ซึ่งเป็นอินดิเคเตอร์ เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง (รูปที่ 4.3) ซึ่งเชื้อ *B. cereus* จะมีลักษณะ โคโลนีจะมีสีชมพูเหมือนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อ รอบโคโลนีมีโซนขาวขุ่น (Opaque Zone) และไม่สามารถย่อยสลายน้ำตาลแมนนิทอลให้เป็นกรดได้ (นงลักษณ์ และปรีชา, 2547)



รูปที่ 4.3 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar (MYP) สำหรับการตรวจ *B. cereus* ในวัตถุดิบ ได้แก่ ก. ข้าวลืมผัว, ข. หอมแดง, ค. พริกเล็ก และ ง. พริกใหญ่ (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-2})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คัดเลือกโคโลนีจากอาหาร Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar ของแต่ละวัตถุดิบมา 1 ไอโซเลท จากนั้นนำไปทดสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา ผลการทดสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไอโซเลท 4 ไอโซเลทที่เจริญบนจานอาหาร Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar (MYP) ทั้งในตัวอย่างจากข้าวลืมผัว, หอมแดง, พริกเล็ก และพริกใหญ่ ด้วยการย้อมแกรม พบว่าไอโซเลทจากข้าวลืมผัว มีลักษณะเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ติดสีม่วงของคริสตัลไวโอเลต รูปร่างกลม (Cocci) แต่ไอโซเลทจากหอมแดง พริกเล็ก และพริกใหญ่ เป็นแบคทีเรียรูปร่างท่อน (Rod) ไม่มีแฟลกเจลลา (รูปที่ 4.4) ผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าไม่ใช่ลักษณะของเชื้อ *B. cereus* เนื่องจากหากเป็นเชื้อ *B. cereus* จะเป็นแบคทีเรียแกรมบวกติดสีม่วงของคริสตัลไวโอเล็ต รูปร่างท่อน (Rod) สร้างสปอร์ และมีแฟลกเจลลารอบเซลล์ (Peritrichous Flagella) (นงลักษณ์ และปรีชา, 2547)



รูปที่ 4.4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่พบการเจริญบนอาหาร MYP ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1,000 เท่า ของวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ก. ข้าวลืมผัว, ข. หอมแดง, ค. พริกเล็ก และ ง. พริกใหญ่ (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-2})

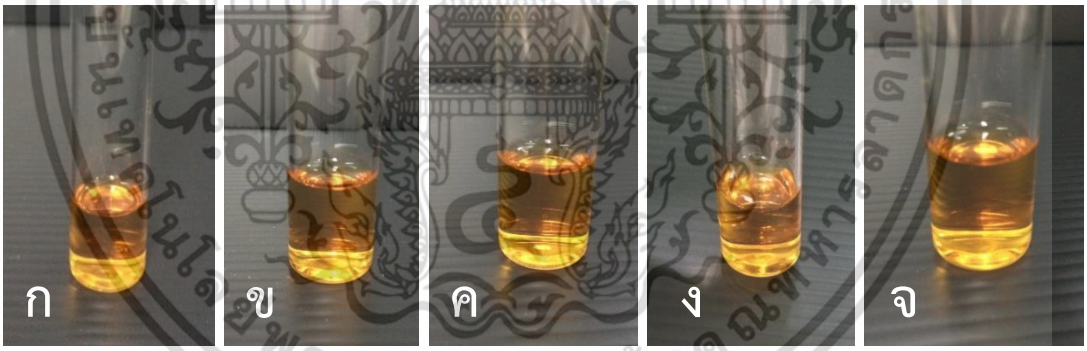
จากนั้นนำไอโซเลทของแต่ละวัตถุดิบมา 1 ไอโซเลท มาทดสอบขั้นยืนยันทางชีวเคมี พบว่าไอโซเลทที่ 1, 2, 3 และ 4 ให้ผลการทดสอบเป็นลบ ในการสร้างเอนไซม์คะตะเลส การใช้กลูโคสในสภาพไร้อากาศ การรีดิวซ์ไนเตรต การเคลื่อนที่ การเกิดปฏิกิริยากับไข่แดง แต่ให้ผลการทดสอบเป็นบวก ในการสร้างกรดจากแมนนิทอล (รูปที่ 4.5, 4.6, 4.7 และ 4.8) (ตารางที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

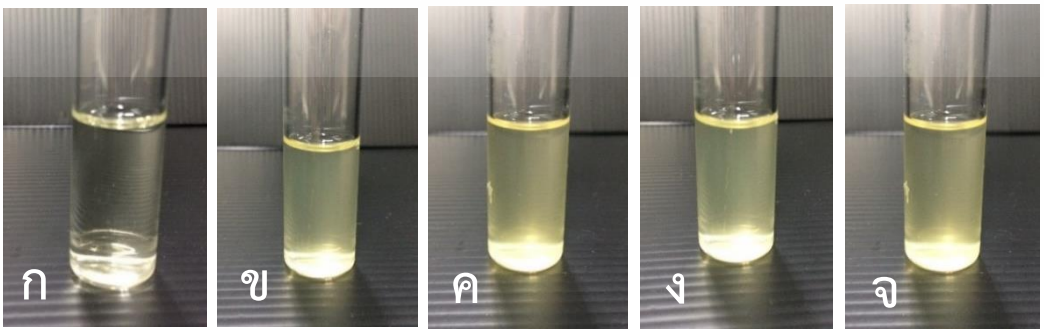
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบยืนยันทางชีวเคมีของเชื้อไอโซเลทจากวัตถุดิบหลัก

ไอโซเลท	ชนิดของการทดสอบ					
	การสร้างคะตะเลส	การใช้กลูโคสในสภาพไร้อากาศ	การรีดิวซ์ไนเตรต	การเคลื่อนที่	ปฏิกิริยากับไข่แดง	การสร้างกรดจากแมนนิทอล
1	-	-	-	-	-	+
2	-	-	-	-	-	+
3	-	-	-	-	-	+
4	-	-	-	-	-	+
*B. cereus	+	+	+	+	+	-

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่เกิดปฏิกิริยา
+ หมายถึง เกิดปฏิกิริยา
1 หมายถึง ไอโซเลทจากข้าวลืมผัว
2 หมายถึง ไอโซเลทจากหอมแดง
3 หมายถึง ไอโซเลทจากพริกเล็ก
4 หมายถึง ไอโซเลทจากพริกใหญ่
* หมายถึง อ้างอิงข้อมูลตาม Bacteriological Analytical Manual (BAM online, 2001)

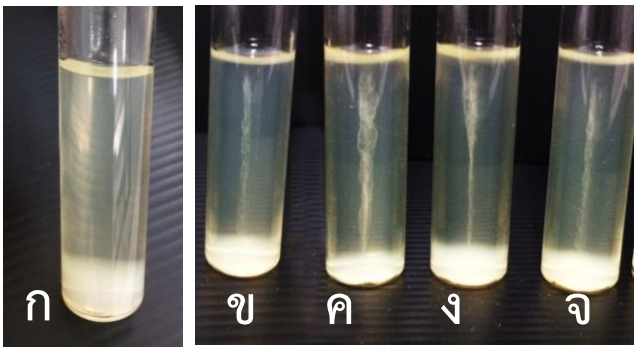


รูปที่ 4.5 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Phenol Red Glucose Broth ในวัตถุดิบ ได้แก่ ก. ชุดควบคุม, ข. ข้าวลืมผัว ค. หอมแดง ง. พริกเล็ก และ จ. พริกใหญ่



รูปที่ 4.6 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Nitrate Broth ในวัตถุดิบ ได้แก่ ก. ชุดควบคุม, ข. ข้าวลืมผัว ค. หอมแดง ง. พริกเล็ก และ จ. พริกใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Motility Test Medium ในวัตถุดิบ ได้แก่ ก. ชุดควบคุม, ข. ข้าวลืมผัว ค. หอมแดง ง. พริกเล็ก และ จ. พริกใหญ่

รูปที่ 4.8 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร MYP Agar ในวัตถุดิบ ได้แก่ ก. ชุดควบคุม, ข. หมายเลข 1 ถึง 3 คือ ข้าวลืมผัว และหมายเลข 4 ถึง 6 คือ หอมแดง ค. หมายเลข 1 ถึง 3 คือ พริกเล็ก และหมายเลข 4 ถึง 6 คือ พริกใหญ่

ผลการทดสอบยืนยันดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าไม่ใช่ลักษณะของเชื้อ *B. cereus* ถ้าเป็น *B. cereus* จะให้ผลการทดสอบเป็นบวก ในการสร้างเอนไซม์คะตะเลส ซึ่งเป็นตัวเร่งการปล่อยออกซิเจนออกจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ การใช้กลูโคสในสภาพไร้อากาศ การรีดิวซ์ไนเตรต การเคลื่อนที่ การเกิดปฏิกิริยากับไข่แดง แต่ให้ผลการทดสอบเป็นลบ ในการสร้างกรดจากแมนนิทอล (สุรีย์, 2559)

จากการวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นของวัตถุดิบหลักที่เป็นส่วนประกอบในการผลิตซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฐิตินันท์ (2552) ที่ศึกษาจำนวนจุลินทรีย์แต่ละชนิดในเครื่องเทศ ได้แก่ พริกชี้ฟ้าแห้ง กระเทียม และหอมแดง พบว่าในพริกชี้ฟ้าแห้งตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุดจำนวน 1.62×10^{6} cfu/g รองลงมาคือ หอมแดง และกระเทียม จำนวน 7.76×10^{3} และ 1.35×10^{3} cfu/g ตามลำดับ พบจำนวนยีสต์และราในหอมแดงมากที่สุดคือ 8.32×10^{3} cfu/g รองลงมาคือ กระเทียม และพริกชี้ฟ้า ตามลำดับ จำนวน 1.86×10^{2} และ 9.6 cfu/g ตามลำดับ แต่ไม่พบเชื้อ *B. cereus* ในวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องเทศจำนวน 154 ชนิด พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดพบร้อยละ 51 ของตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งมากกว่า 10^6 cfu/g ขณะที่เชื้อราพบร้อยละ 97 ของตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งมากกว่า 10^4 cfu/g แต่ไม่พบจำนวน *B. cereus* ในตัวอย่างของกระเทียมและพริกแดง (Banerjee *et al*., 2002)

แสดงให้เห็นว่าจำนวนจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันในวัตถุดิบที่แตกต่างกัน เนื่องจากวัตถุดิบหลักที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์มาจากหลากหลายส่วนของพืชที่แตกต่างกัน เช่น ข้าว และพริก เป็นส่วนผล, หอมแดงเป็นส่วนหัวของพืช เป็นต้น ดังนั้นสภาพแวดล้อมในการปลูก, ลักษณะการเก็บเกี่ยวผลผลิต, การบรรจุ, และการขนส่ง จึงมีความแตกต่างกันซึ่งทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ต่างกัน (Witkowska *et al*., 2011) นอกจากนี้แร่ธาตุและสารอาหารต่างๆที่มีอยู่ในวัตถุดิบแต่ละชนิด เช่น น้ำ, โปรตีน, ไขมัน, คาร์โบไฮเดรต, แคลเซียม, โพแทสเซียม, โซเดียม และฟอสฟอรัส เป็นต้น เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดสามารถเจริญได้ในสภาวะและอาหารที่แตกต่างกัน (Tulu *et al*., 2013)

4.2 ผลของการศึกษาการเติมข้าวลืมผัวในซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว

4.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ค่าความหนืด

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดของซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของข้าวลืมผัวที่เพิ่มขึ้นในสูตร 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ได้แก่ 3,451 3,549 3,702 และ 7,326 cP ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) จากอัตราส่วนของข้าวลืมผัวที่เพิ่มขึ้นในซอสเครื่องเทศสูตรที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ทำให้อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ในการผลิตซอสเครื่องเทศสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีปริมาณลดลงตามลำดับ แสดงว่าอัตราส่วนของข้าวลืมผัวแปรผกผันกับอัตราส่วนของน้ำ ทำให้ค่าความหนืดมีความแตกต่างกัน เมื่อนำไปผ่านกระบวนการผัด ความร้อนในระดับหนึ่งจะทำให้โมเลกุลของน้ำแพร่เข้าสู่เม็ดแป้งของข้าวลืมผัว ส่งผลให้เกิดการเจลาทิไนเซชัน เกิดการพองตัวของเม็ดแป้งทำให้มีโมเลกุลใหญ่ขึ้น (วรรธินี, 2556) นอกจากนี้ขั้นตอนของการผัดซอสยังใช้ระบบเปิด และกระทะใบใหญ่มีหน้ากว้าง ทำให้มีการระเหยของน้ำเกิดขึ้น

ค่าสี

ผลการวิเคราะห์ค่าสี ค่า L* ที่แสดงถึงค่าความสว่างของซอสเครื่องเทศในสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 มีแนวโน้มลดลง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15.26, 14.35, 13.89 และ 13.88 ตามลำดับ โดยที่ชุดควบคุมกับสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) สำหรับค่า a* ที่แสดงถึงค่าความเป็นสีแดง (+a) สูตรที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ สูตรที่ 1 มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.09 รองลงมา ได้แก่ สูตรที่ 3, 2 และ 4 มีค่า 1.51, 1.28 และ 1.18 ตามลำดับ โดยที่ชุดควบคุมกับสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) และค่า b* ที่แสดงถึงความเป็นสีเหลือง (+b) ในสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 มีแนวโน้มลดลง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.75, 3.92, 3.51 และ 3.33 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) โดยที่ชุดควบคุมกับสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) เช่นเดียวกับค่า L* จากการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่างและค่าความเป็นสีเหลืองที่มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากซอสเครื่องเทศมีการเติมข้าวลืมผัวในสูตรที่ 2, 3 และ 4 ในอัตราส่วนที่มากขึ้นตามลำดับ ส่วนสูตรที่ 1 (ชุดควบคุม) ที่มีค่าความสว่างมากที่สุด เป็นผลมาจากไม่มีการเติมข้าวลืมผัว ซึ่งค่าสีของอาหารเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจยอมรับอาหารของผู้บริโภค (ลินจง, 2547)

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืด และค่าสีในระบบ CIE Lab ของซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงทั้ง 4 สูตร

สูตร	ค่าความหนืด (cP)	ค่าสี L* a* b*		
		L*	a*	b*
1	3,451^{d}±17.36	15.26^{a}±0.01	+4.09^{a}±0.03	+5.75^{a}±0.01
2	3,549^{c}±11.11	14.35^{b}±0.01	+1.28^{bc}±0.03	+3.92^{b}±0.01
3	3,702^{b}±7.60	13.89^{c}±0.00	+1.51^{b}±0.12	+3.51^{c}±0.03
4	7,326^{a}±18.87	13.88^{c}±0.01	+1.18^{c}±0.13	+3.33^{d}±0.03

หมายเหตุ : ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วย DMRT
cP หมายถึง หน่วยเซนติพอยส์ (Centipoise) ของความหนืด
L* หมายถึง ความสว่าง (0 = มืด และ 100 = สว่าง)
a* หมายถึง ค่าความเป็นสีแดง (-a = สีเขียว และ +a = สีแดง)
b* หมายถึง ค่าความเป็นสีเหลือง (-b = สีน้ำเงิน และ +b = สีเหลือง)

4.2.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระของซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง พบว่าปริมาณน้ำอิสระของชุดควบคุมกับสูตรที่ 3 และ 4 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ชุดควบคุมกับสูตรที่ 2 มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p\geq0.05$) ส่วนสูตรที่ 3 กับ 4 มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p\geq0.05$) โดยสูตรที่มีปริมาณน้ำอิสระเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ สูตรที่ 3 และ 4 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.98 รองลงมาคือ 2 และ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.96 และ 0.95 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเป็นกรดด่าง (พีเอช)

ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างพบว่าสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด มีค่า 5.19 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) กับสูตรที่ 2 และ 4 เนื่องจากสูตรที่ 2, 3 และ 4 เป็นสูตรที่มีการเติมข้าวลืมผัว แต่สูตรที่ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) กับสูตรที่ 1 (ชุดควบคุม) เนื่องจากสูตรที่ 1 ไม่มีการเติมข้าวลืมผัว (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าปริมาณน้ำอิสระ และค่าความเป็นกรดด่างของซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงทั้ง 4 สูตร

สูตร	ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	ความเป็นกรดด่าง (pH)
1	0.95^{b}±0.00	5.12^{b}±0.04
2	0.96^{b}±0.00	5.18^{ab}±0.00
3	0.98^{a}±0.01	5.19^{a}±0.01
4	0.98^{a}±0.00	5.16^{ab}±0.01

หมายเหตุ : ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วย DMRT

4.2.1.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 4.5 พบว่าซอสเครื่องเทศสูตรที่ 4 มีค่ามากที่สุด คือ 1.50×10^{5} cfu/g มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) กับสูตรที่ 1, 2 และ 3 แต่สูตรที่ 1 กับ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยสูตรที่ 1 พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นสูตรที่ไม่มีการเติมข้าวลืมผัว จึงเป็นการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบหลักได้ และสูตรที่ 4 พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุด เนื่องจากเป็นสูตรที่มีการเติมข้าวลืมผัวในอัตราส่วนที่มากที่สุด อีกทั้งมีค่าปริมาณน้ำอิสระที่สูง มีค่าเท่ากับ 0.98 ซึ่งจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยแบคทีเรียส่วนมากเจริญเติบโตได้ดีที่ปริมาณน้ำอิสระมากกว่า 0.90 (บุษกร, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

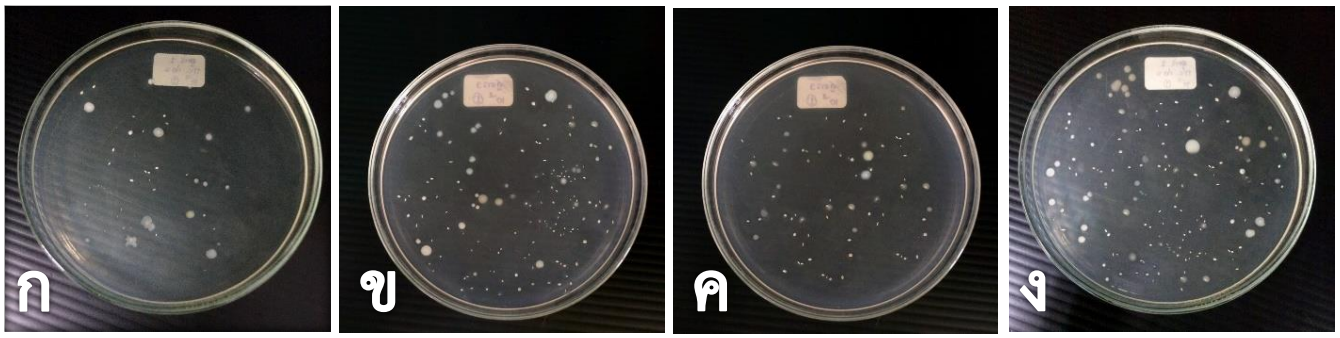
ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพในตัวอย่างซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

สูตร	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ยีสต์และรา (cfu/g)	โคลิฟอร์มและ *E. coli* (MPN/g)	*B. cereus* (cfu/g)	*S. aureus*	*Salmonella* spp.
1	$7.50\times10^{3c}\pm0.15$	$<25^{b}\pm0.00$	<3	<10	ND	ND
2	$1.07\times10^{4c}\pm0.23$	$<25^{b}\pm0.00$	<3	<10	ND	ND
3	$8.50\times10^{4b}\pm0.81$	$3.70\times10^{2a}\pm0.36$	<3	<10	ND	ND
4	$1.50\times10^{5a}\pm2.11$	$4.13\times10^{2a}\pm0.47$	<3	<10	ND	ND

หมายเหตุ : ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วย DMRT
สูตรที่ 1 ไม่มีการเติมข้าวลืมผัว (ชุดควบคุม)
สูตรที่ 2 เติมข้าวลืมผัว ร้อยละ 5
สูตรที่ 3 เติมข้าวลืมผัว ร้อยละ 10
สูตรที่ 4 เติมข้าวลืมผัว ร้อยละ 15
<3 หมายถึง ตรวจไม่พบเชื้อโคลิฟอร์มและ *E. coli*
<10 หมายถึง ตรวจไม่พบเชื้อ *B. cereus*
ND (Not Detected) หมายถึง ตรวจไม่พบเชื้อ *S. aureus* ใน 0.1 กรัม และ *Salmonella* spp. ใน 25 กรัม

ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหาร Plate Count Agar (PCA) ของซอสเครื่องเทศทั้ง 4 สูตร มีลักษณะคล้ายกัน โดยมีรูปร่างกลม (Circular) และรูปร่างไม่แน่นอน (Irregular) ลักษณะเกี่ยวกับแสง (Optical Character) มีทั้งแบบสีขาวขุ่น (Opaque) และสีขุ่นไม่ขึ้นเงา (Dull) ระดับความนูนของโคโลนี (Elevation) โคโลนีโค้งนูนจากผิวหน้าอาหารแต่ไม่สูงจากผิวหน้าอาหารมากนัก (Convex) ลักษณะริมของโคโลนี (Margin) มีทั้งแบบขอบเรียบไม่มีรอยหักเว้า (Entire) ริมเป็นคลื่นที่โค้งหรือเว้าเพียงเล็กน้อย (Undulate) (รูปที่ 4.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) สำหรับการตรวจจุลินทรีย์ทั้งหมดในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ก. สูตร 1 (ชุดควบคุม) (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-2}) , ข. สูตร 2 (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-2}) , ค. สูตร 3 (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-3}) และ ง. สูตร 4 (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-3})

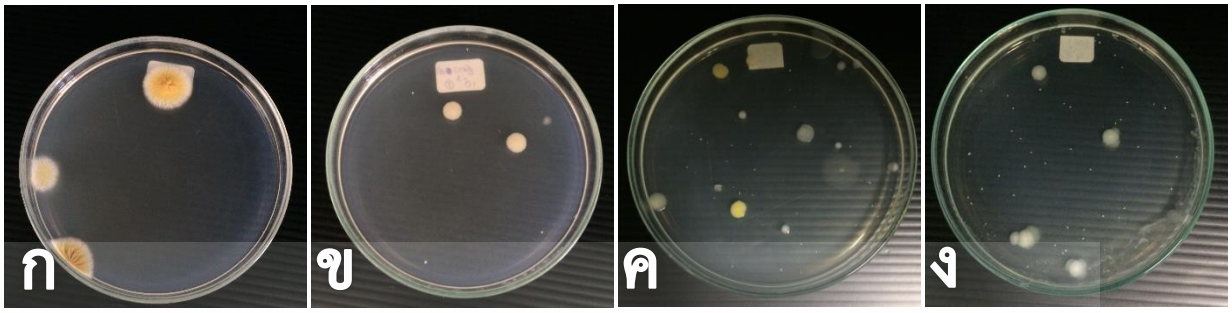
จำนวนยีสต์และรา

ผลการวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา พบว่าซอสเครื่องเทศก่อนสูตรที่ 1 และ 2 ไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) แต่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) กับสูตรที่ 3 และ 4 โดยสูตรที่ 4 มีจำนวนยีสต์และราสูงสุด มีค่าเท่ากับ 4.13×10^2 cfu/g รองลงมา ได้แก่ สูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ 3.70×10^2 cfu/g และสูตรที่ 2 กับ 1 มีค่าเท่ากัน คือ น้อยกว่า 25 cfu/g (ตารางที่ 4.5) โดยสูตรที่ 4 เป็นสูตรที่มีการเติมข้าวลืมผัวในอัตราส่วนที่มากกว่าสูตรอื่น และจากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (ข้อ 4.2.1.2) ของซอสเครื่องเทศ มีปริมาณน้ำอิสระ และมีค่าความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 0.98 และ 5.16 ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อรา เนื่องจากเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25 ถึง 32 องศาเซลเซียส ในอาหารที่มีปริมาณน้ำอิสระมากกว่า 0.80 และความเป็นกรดด่างในช่วง 4 ถึง 6 (พิทยาภรณ์, 2554) และอาหารที่มีความชื้นสูง จะส่งผลให้เครื่องเทศที่เป็นส่วนประกอบในซอสเครื่องเทศจะเพิ่มอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ได้ (Witkowska *et al*., 2011) อีกทั้งการที่เติมข้าวลืมผัวในอัตราส่วนที่มากกว่าสูตรอื่นๆ จึงเป็นการเพิ่มโอกาสการปนเปื้อนมากับวัตถุดิบหลักเช่นเดียวกัน จากผลการวิเคราะห์จำนวนยีสต์และราดังกล่าว ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ 429 พ.ศ. 2548 เรื่อง น้ำพริกแกง และเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส ที่ระบุให้มีค่าไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งการที่จำนวนยีสต์และราไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากการเก็บเกี่ยววัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพ (Tulu *et al*., 2013)

ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ของซอสเครื่องเทศทั้ง 4 สูตร มีลักษณะคล้ายกัน โดยมีรูปร่างกลม (Circular) รูปร่างไม่แน่นอน (Irregular) และเป็นเส้นหยาบแผ่ออกไปคล้ายราก (Rhizoid) ลักษณะเกี่ยวกับแสง (Optical Character) มีทั้งแบบสีขาวขุ่น (Opaque) โปร่งแสงพอประมาณ (Translucent) และสีขุ่นไม่ขึ้นเงา (Dull) ระดับความนูนของโคโลนี (Elevation) มีทั้งที่เป็นลักษณะแผ่ไปตามผิวหน้าอาหารเห็นได้ชัด (Flat) แผ่บางๆบนผิวหน้าอาหาร มองเห็นไม่ชัด (Effuse) และโคโลนีโค้งนูนจากผิวหน้าอาหารแต่ไม่สูงจากผิวหน้าอาหารมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

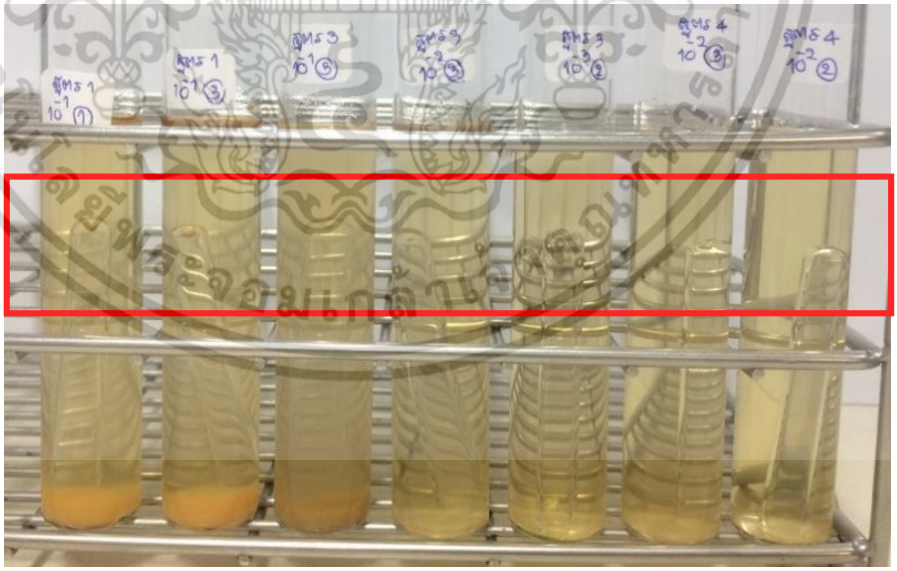
(Convex) ลักษณะริมของโคโลนี (Margin) มีทั้งแบบขอบเรียบไม่มีรอยหักเว้า (Entire) ริมเป็นคลื่นที่โค้งหรือเว้าเพียงเล็กน้อย (Undulate) และเป็นเส้นซ้อนๆ รูปร่างไม่แน่นอน (Curried) (รูปที่ 4.10)



รูปที่ 4.10 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) สำหรับการตรวจยีสต์และราในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ก. สูตร 1 (ชุดควบคุม), ข. สูตร 2, ค. สูตร 3 และ ง. สูตร 4 (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-1})

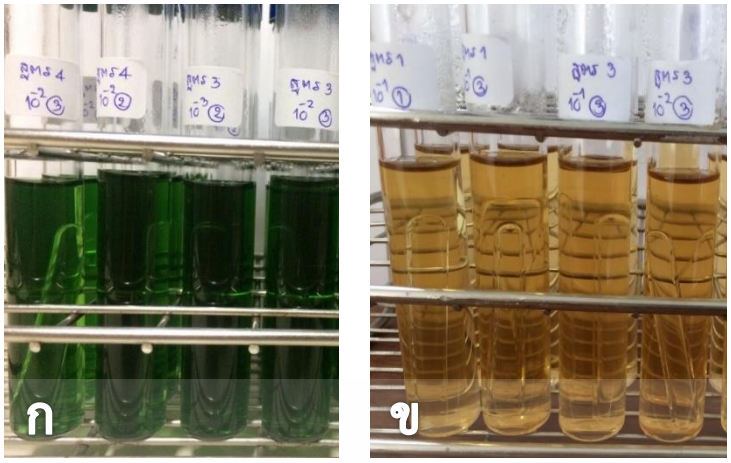
โคลิฟอร์มและ *E. coli*

ผลการวิเคราะห์โคลิฟอร์มและ *E. coli* แสดงดังตารางที่ 4.5 พบว่าในซอสเครื่องเทศทั้ง 4 สูตร มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g โดยเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊สขั้นแรก 3 สูตร คือ สูตรที่ 1, 3 และ 4 (รูปที่ 4.11) เมื่อถ่ายเชื้อลงในขั้นยืนยันทั้งอาหาร BGLB และ EC Broth พบว่าไม่เกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส แล้วทำการแปลผลเทียบกับตาราง MPN (ดังภาคผนวก ช1) ปรากฏว่าไม่มีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มและ *E. coli* (รูปที่ 4.12)



รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการเกิดแก๊สขั้นแรกในอาหาร LST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการทดสอบในขั้นยืนยัน
รูป ก ไม่เกิดแก๊สในอาหาร BGLB สำหรับทดสอบ Non-fecal Coliform
รูป ข ไม่เกิดแก๊สในอาหาร EC Broth สำหรับทดสอบ Fecal Coliform

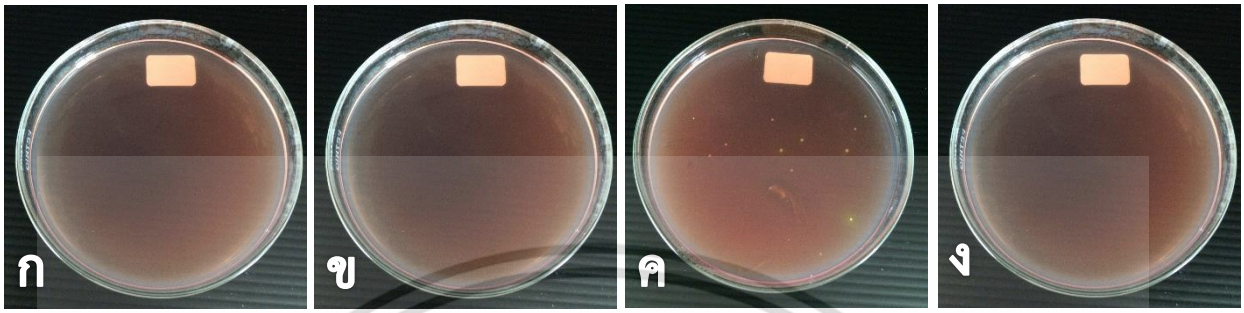
โคลิฟอร์มและ *E. coli* เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 10 ถึง 40 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิภายในร่างกายของสัตว์เลือดอุ่น (สุมณฑา, 2543) จุลินทรีย์กลุ่มนี้สามารถพบได้ทั่วไปในสภาพแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ ตลอดจนปนเปื้อนมากับน้ำเสีย ดังนั้นจึงมีโอกาสปนเปื้อนในอาหารได้ตลอดเวลาหากผู้ประกอบอาหารไม่ดูแลรักษาความสะอาดของวัตถุดิบ เครื่องมือเครื่องใช้ ภาชนะต่างๆ รวมถึงผู้ประกอบและผู้สัมผัสอาหาร (วิลาสินี, 2554) แต่ซอสเครื่องเทศที่มีกรรมวิธีการผลิตที่ดี โดยใช้น้ำที่สะอาดในการนำมาเป็นส่วนประกอบ และล้างวัตถุดิบ เครื่องมือเครื่องใช้ รวมถึงผู้ประกอบอาหารมีสุขลักษณะที่ดี ส่งผลให้ไม่พบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มและ *E. coli* ในซอสเครื่องเทศ อีกทั้งโคลิฟอร์มและ *E. coli* สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 50 องศาเซลเซียส (สุรีย์, 2559) จึงไม่สามารถเหลือรอดได้เมื่อผ่านการให้ความร้อนโดยการผัดด้วยกระทะ จากผลการวิเคราะห์โคลิฟอร์มและ *E. coli* ดังกล่าว แสดงว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ 429 พ.ศ. 2548 เรื่อง น้ำพริกแกง และเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส ที่ระบุให้มีค่าไม่เกิน 3 MPN ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

เชื้อ *B. cereus*

ผลการวิเคราะห์เชื้อ *B. cereus* แสดงดังตารางที่ 4.5 พบว่าลักษณะโคโลนีที่เจริญบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar บนจานอาหารของซอสเครื่องเทศสูตรที่ 3 เพียงสูตรเดียว มีลักษณะแตกต่างจากโคโลนีของเชื้อ *B. cereus* โดยพบลักษณะโคโลนีที่มีลักษณะรูปร่างของโคโลนี (Form) รูปร่างกลม (Circular) สีขาวขุ่นและสีเหลือง ลักษณะเกี่ยวกับแสง (Optical Character) มีลักษณะแบบทึบแสง (Opaque) ระดับความนูนของโคโลนี (Elevation) ลักษณะที่โค้งนูนจากผิวหน้าอาหารเล็กน้อย (Convex) ลักษณะริมของโคโลนี (Margin) เป็นแบบขอบเรียบไม่มีรอยหักเว้า (Entire) จากลักษณะโคโลนีที่กล่าวมาไม่พบโซนขาวขุ่นรอบโคโลนี (Opaque Zone) เนื่องจากเชื้อไม่สร้างเลซิทิเนส ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับเลซิทินในไข่แดง (สุรีย์, 2559) และจากการที่สีของอาหารเลี้ยงเชื้อ MYP เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง เพราะเชื้อสามารถย่อยสลายน้ำตาลแมนนิทอลให้เป็นกรด ทำให้สีของฟีนอลเรด (Phenol Red) ซึ่งเป็นอินดิเคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง (รูปที่ 4.13) ซึ่งเชื้อ *B. cereus* จะมีลักษณะโคโลนีจะมีสีชมพูเหมือนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อ รอบโคโลนีมีโซนขาวขุ่น (Opaque Zone) และไม่สามารถย่อยสลายน้ำตาลแมนนิทอลให้เป็นกรดได้ (นงลักษณ์ และปรีชา, 2547)



รูปที่ 4.13 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar (MYP) สำหรับการตรวจ *B. cereus* ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ก. สูตร 1 (ชุดควบคุม), ข. สูตร 2, ค. สูตร 3 และ ง. สูตร 4 (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-2})

คัดเลือกโคโลนีที่ได้จากอาหาร Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar ของซอสเครื่องเทศสูตรที่ 3 มา 1 ไอโซเลท จากนั้นนำไปทดสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา ผลการทดสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไอโซเลท ที่เจริญบนจานอาหาร Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar (MYP) ด้วยการย้อมแกรม พบว่าไอโซเลทจากซอสเครื่องเทศสูตรที่ 3 มีลักษณะเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ติดสีม่วงของคริสตัลไวโอเลต รูปร่างกลม (Cocci) (รูปที่ 4.14) ผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าไม่ใช่ลักษณะของเชื้อ *B. cereus* เนื่องจากหากเป็นเชื้อ *B. cereus* จะเป็นแบคทีเรียแกรมบวกติดสีม่วงของคริสตัลไวโอเล็ต รูปร่างท่อน (Rod) สร้างสปอร์ และมีแฟลกเจลลารอบเซลล์ (Peritrichous Flagella) (นงลักษณ์ และปรีชา, 2547)

รูปที่ 4.14 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่พบการเจริญบนอาหาร MYP ของสูตรที่ 3 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1,000 เท่า (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-2})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

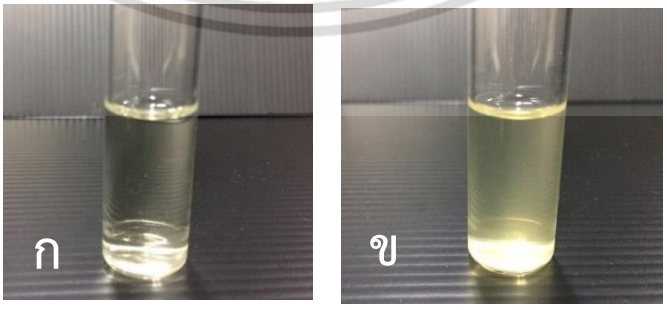
จากนั้นนำไอโซเลทของซอสเครื่องเทศสูตรที่ 3 มาทดสอบขั้นยืนยันทางชีวเคมี พบว่าไอโซเลทที่ 1 ให้ผลการทดสอบเป็นลบ ในการสร้างเอนไซม์คะตะเลส การใช้กลูโคสในสภาพไร้อากาศ การรีดิวซ์ไนเตรต การเคลื่อนที่ การเกิดปฏิกิริยากับไข่แดง แต่ให้ผลการทดสอบเป็นบวก ในการสร้างกรดจากแมนนิทอล (รูปที่ 4.15, 4.16, 4.17 และ 4.18) (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบยืนยันทางชีวเคมีของเชื้อไอโซเลทจากซอสเครื่องเทศสูตรที่ 3 ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ไอโซเลท	ชนิดของการทดสอบ					
	การสร้างคะตะเลส	การใช้กลูโคสในสภาพไร้อากาศ	การรีดิวซ์ไนเตรต	การเคลื่อนที่	ปฏิกิริยากับไข่แดง	การสร้างกรดจากแมนนิทอล
1	-	-	-	-	-	+
**B. cereus*	+	+	+	+	+	-

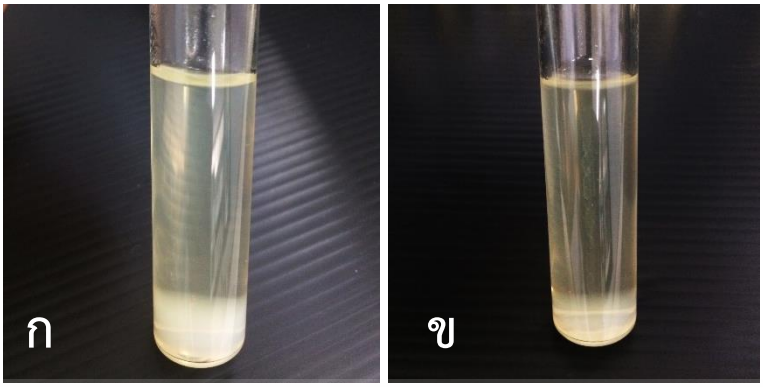
หมายเหตุ – หมายถึง ไม่เกิดปฏิกิริยา
+ หมายถึง เกิดปฏิกิริยา
1 หมายถึง ไอโซเลทจากซอสเครื่องเทศสูตรที่ 3
* หมายถึง อ้างอิงข้อมูลตาม Bacteriological Analytical Manual (BAM online, 2001)

รูปที่ 4.15 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Phenol Red Glucose Broth ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ก. ชุดควบคุม และ ข. สูตร 3

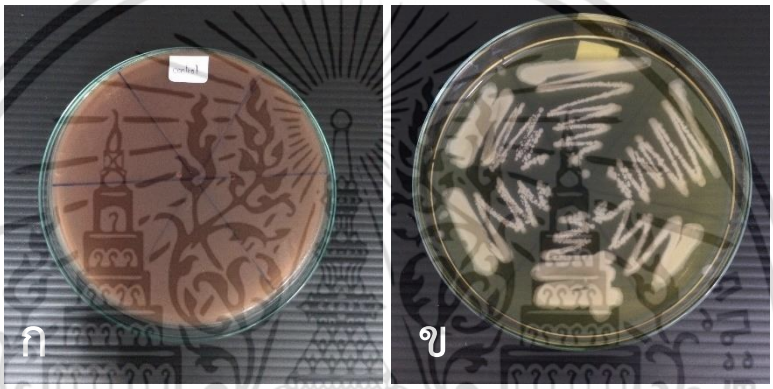


รูปที่ 4.16 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Nitrate Broth ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ก. ชุดควบคุม และ ข. สูตร 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Motility Test Medium ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ก. ชุดควบคุม และ ข. สูตร 3



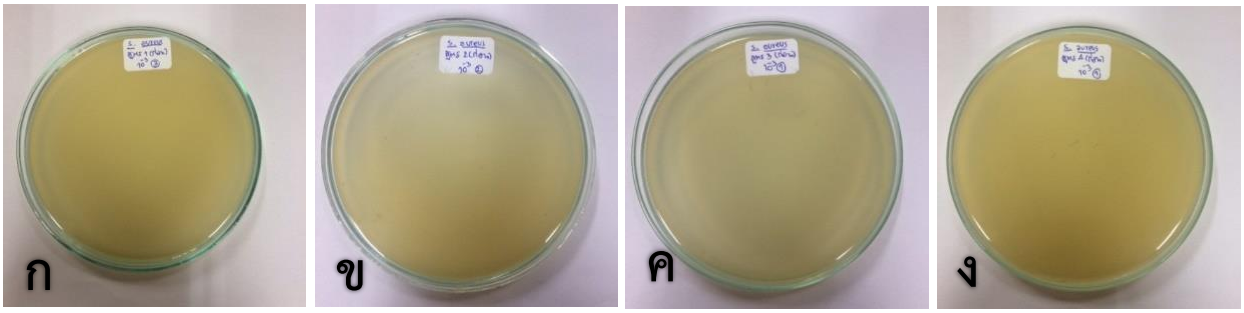
รูปที่ 4.18 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร MYP Agar ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ก. ชุดควบคุม และ ข. สูตร 3

จากการทดสอบยืนยันดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าไม่ใช่ลักษณะของ *B. cereus* ถ้าเป็น *B. cereus* จะให้ผลการทดสอบเป็นบวก ในการสร้างเอนไซม์คะตะเลส ซึ่งเป็นตัวเร่งการปล่อยออกซิเจนออกจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ การใช้กลูโคสในสภาพไร้อากาศ การรีดิวซ์ไนเตรต การเคลื่อนที่ การเกิดปฏิกิริยากับไข่แดง แต่ให้ผลการทดสอบเป็นลบ ในการสร้างกรดจากแมนนิทอล (สุรีย์, 2559)

เชื้อ *S. aureus*

ผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อ *S. aureus* ในตัวอย่างซอสเครื่องเทศทั้ง 4 สูตร แสดงดังตารางที่ 4.5 ไม่พบการเจริญของโคโลนีบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Baird Parker Agar (BPA) (รูปที่ 4.19) ซึ่งหากเป็นลักษณะโคโลนีของเชื้อ *S. aureus* ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ BPA จะมีลักษณะสีดำ เนื่องจากเกิดการรีดิวซ์เทลลูไรส์ที่เป็นส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ BPA (สุรีย์, 2559)

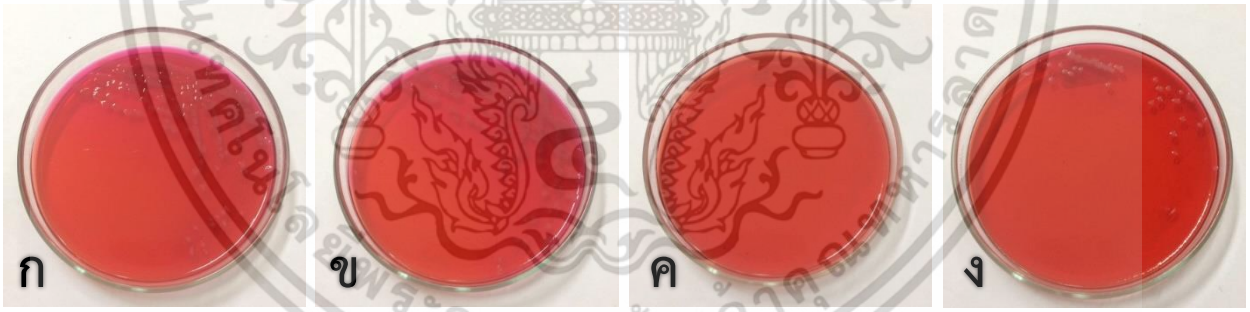
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Baird Parker Agar (BPA) สำหรับการตรวจ *S. aureus* ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ก. สูตร 1 (ชุดควบคุม), ข. สูตร 2, ค. สูตร 3 และ ง. สูตร 4 (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-1})

เชื้อ *Salmonella* spp.

ผลการตรวจวิเคราะห์จำนวน *Salmonella* spp. แสดงดังตารางที่ 4.5 พบว่าลักษณะโคโลนีที่เจริญทั้งในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Xylose Lysine Desoxycholate Agar (XLD) ของทั้ง 3 จาน มีลักษณะแตกต่างจากโคโลนีของเชื้อ *Salmonella* spp. โดยพบลักษณะโคโลนีอื่นเจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อของสูตรที่ 1, 2 และ 4 โดยมีรูปร่างกลม (Circular) สีชมพู ลักษณะเกี่ยวกับแสง (Optical Character) เป็นแบบทึบแสง (Opaque) ระดับความนูนของโคโลนี (Elevation) โคโลนีโค้งนูนจากผิวหน้าอาหารแต่ไม่สูงจากผิวหน้าอาหารมากนัก (Convex) ลักษณะริมของโคโลนี (Margin) เป็นแบบขอบเรียบไม่มีรอยหักเว้า (Entire) (รูปที่ 4.20)



รูปที่ 4.20 ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Xylose Lysine Desoxycholate Agar (XLD) สำหรับการตรวจ *Salmonella* spp. ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ก. สูตร 1 (ชุดควบคุม), ข. สูตร 2, ค. สูตร 3 และ ง. สูตร 4 (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-1})

คัดเลือกโคโลนีจากอาหารเลี้ยงเชื้อ Xylose Lysine Desoxycholate Agar (XLD) ของซอสเครื่องเทศสูตรที่ 1, 2 และ 4 มาตัวอย่างละ 1 ไอโซเลท จากนั้นนำไปทดสอบยืนยัน โดยการทดสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา ผลการทดสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไอโซเลท 3 ไอโซเลทที่เจริญบนจานอาหาร Xylose Lysine Desoxycholate Agar (XLD) พบว่าเป็นแบคทีเรียที่ย้อมติดสีแกรมลบของซาฟรานิน รูปร่างท่อน ไม่สร้างสปอร์ และไม่มีแฟลกเจลลา เหมือนกันทั้ง 3 ไอโซเลท (รูปที่ 4.21) ผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าจากลักษณะที่กล่าวมาข้างต้น อาจไม่ใช่ลักษณะของ *Salmonella* spp. เนื่องจากถ้าเป็นเชื้อ *Salmonella* spp. โคโลนีจะมีสีดำ และรูปร่างภายใต้กล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลทรรศน์ติดสีแกรมลบ รูปร่างท่อนสั้น ไม่สร้างสปอร์ (สุมณฑา, 2543) และมีแฟลกเจลลารอบเซลล์ (Peritrichous Flagella) (สุรีย์, 2559)

รูปที่ 4.21 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่พบการเจริญบนอาหาร XLD ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1,000 เท่า ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ก. สูตร 1 (ชุดควบคุม), ข. สูตร 2, และ ค.สูตร 4 (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-1})

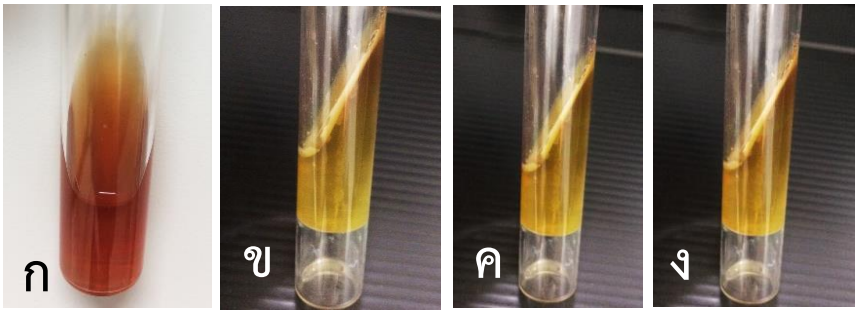
จากนั้นนำไอโซเลทของซอสเครื่องเทศสูตรที่ 1, 2 และ 4 มาตัวอย่างละ 1 ไอโซเลท นำมาทดสอบยืนยันทางชีวเคมี พบว่าไอโซเลทที่ 1, 2 และ 3 ให้ผลการทดสอบเป็นบวก ในการทดสอบการใช้น้ำตาลกลูโคส โดยอาหาร TSI ส่วนที่ลาดเอียง และส่วนก้นหลอดมีการเปลี่ยนแปลงสีของอาหารจากสีส้มเป็นสีเหลือง แสดงว่าเชื้อที่เจริญสามารถใช้น้ำตาลกลูโคส ร่วมกับแลกโตสและ/หรือซูโครส เกิดแก๊สเนื่องจากอาหารลอยตัวขึ้น ให้ผลการทดสอบเป็นลบ ในการใช้เอนไซม์ Lysine decarboxylase และการเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยผลการทดสอบบนอาหาร LIA พบว่า ส่วนที่ลาดเอียงเกิดปฏิกิริยาสีแดงอิฐ ส่วนก้นหลอดเกิดสีเหลืองแสดงว่าเกิดกรด (Acidic Reaction) เนื่องจากเชื้อไม่มีเอนไซม์ดีคาร์บอกซิเลส (Decarboxylase) และไม่พบการเคลื่อนที่ (รูปที่ 4.22 และ 4.23) (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบยืนยันทางชีวเคมีของเชื้อไอโซเลท จากตัวอย่างซอสเครื่องเทศ สูตร 1, สูตร 2 และ สูตร 4 ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ไอโซเลท	ชนิดของการทดสอบ		
	การใช้กลูโคส (TSI)	การใช้เอนไซม์ Lysine decarboxylase (LIA)	การเกิด H_2S
1	+ (A/A)	-	-
2	+ (A/A)	-	-
3	+ (A/A)	-	-

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่เกิดปฏิกิริยา
+ หมายถึง เกิดปฏิกิริยา
A/A หมายถึง อาหารเปลี่ยนจากสีส้มเป็นสีเหลืองทั้งส่วนลาดเอียงและก้นหลอด
1 หมายถึง ไอโซเลทจากซอสเครื่องเทศสูตรที่ 1
2 หมายถึง ไอโซเลทจากซอสเครื่องเทศสูตรที่ 2
3 หมายถึง ไอโซเลทจากซอสเครื่องเทศสูตรที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Triple Sugar Iron Agar (TSI) ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ก. ชุดควบคุม, ข. สูตร 1 (ชุดควบคุม) ค. สูตร 2 และ ง. สูตร 4

รูปที่ 4.23 การทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Lysine Iron Agar (LIA) ในซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ก. ชุดควบคุม, ข. สูตร 1 (ชุดควบคุม) ค. สูตร 2 และ ง. สูตร 4

ผลทดสอบยืนยันทางชีวเคมีดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าไม่ใช่ลักษณะของเชื้อ *Salmonella* spp. เนื่องจากหากเป็นเชื้อ *Salmonella* spp. เชื้อจะสามารถใช้น้ำตาลกลูโคสได้ ซึ่งจะทำให้อาหาร TSI ส่วนลาดเอียงเป็นด่าง (Alkaline) อาหารเปลี่ยนจากสีส้มเป็นสีแดง ส่วนก้นหลอดเป็นกรด (Acid) อาหารเปลี่ยนจากสีส้มเป็นสีเหลือง และอาหาร LIA ส่วนก้นหลอดเกิดสีม่วง แสดงว่าเกิดด่าง (Alkaline Reaction) เนื่องจากเชื้อมีเอนไซม์ดีคาร์บอกซิเลส (Decarboxylase) และพบการเคลื่อนที่ (สำนักวิชาสหเวชศาสตร์และสาธารณสุขศาสตร์, ม.ป.ป.)

ผลการตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรคในซอสเครื่องเทศทั้ง 4 สูตร พบว่าไม่พบการเจริญของเชื้อ *B. cereus*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. เนื่องจากเชื้อ *B. cereus* สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 75 องศาเซลเซียส เชื้อ *S. aureus* สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 46 องศาเซลเซียส (บุษกร, 2558) และเชื้อ *Salmonella* spp. สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ 37 องศาเซลเซียส และยังถูกทำลายได้ง่ายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ถึง 5 นาที (จิราภรณ์และนภสร, 2549) ซึ่งความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผัดด้วยกระทะสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคดังกล่าวได้ รวมถึงวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบในการผลิตไม่พบการเจริญของเชื้อก่อโรค และผู้ประกอบอาหารมีสุขลักษณะที่ดี จึงส่งผลให้ซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมข้าวลืมผัวไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์เชื้อ *B. cereus, S. aureus* และเชื้อ *Salmonella* spp. ดังกล่าวพบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ 429 พ.ศ. 2548 เรื่อง น้ำพริกแกง และเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส ที่ระบุให้เชื้อ *B. cereus* มีค่าไม่เกิน 1,000 cfu/g ระบุให้เชื้อ *S. aureus* ไม่พบใน 0.1 กรัม และ ระบุให้ *Salmonella* spp. ไม่พบใน 25 กรัม

4.2.1.4 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic Scale 9 Points โดยกำหนดให้ 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านรสหวาน, รสเผ็ด, กลิ่น, รสชาติ, ความข้นหนืด และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) ส่วนในด้านลักษณะปรากฏและสี มีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูตรที่ 2 มากที่สุด อยู่ที่ระดับ 7 คะแนน หมายถึงชอบปานกลาง ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) กับสูตรที่ 1 และ 3 แต่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) กับสูตรที่ 4 (ตารางที่ 4.8) แสดงว่าซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวสูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบสูตรที่ 2 และ 3 จะเห็นได้ว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) แม้ว่าสูตรที่ 2 จะมีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากกว่าสูตรที่ 3 แต่เนื่องจากปริมาณข้าวลืมผัวของสูตรที่ 3 มีปริมาณมากกว่าสูตรที่ 2 จึงเลือกสูตรที่ 3 เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผู้บริโภค สอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิชาต และอัจฉราพร (2553) กล่าวว่าจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวดำลืมผัว พบว่าข้าวเหนียวดำลืมผัว ให้ปริมาณสารอาหารมาก เช่น โอเมก้า 3, โอเมก้า 6, โอเมก้า 9, วิตามินอี (อัลฟ่า-โทโคฟีรอล), ปริมาณแอนโทไซยานิน เท่ากับ 46.56 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัม และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระโดยรวมเท่ากับ 883.77 มิลลิกรัมกรดแอสคอบิกต่อหนึ่งร้อยกรัม

ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการเตรียมซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวเพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อนในขั้นตอนต่อไป คือสูตรที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic Scale 9 Points

สูตร	ลักษณะปรากฏ	สี	รสหวาน	รสเผ็ด	กลิ่น	รสชาติ	ความข้นหนืด	ความชอบโดยรวม
1	5.90^{ab}±0.40	6.27^{a}±0.40	4.57^{a}±0.39	5.93 ^{a}±0.37	6.07 ^{a}±0.45	5.60 ^{a}±0.31	6.20 ^{a}±0.32	6.00 ^{a}±0.31
2	6.90^{a}±0.31	6.97^{a}±0.27	3.97 ^{a}±0.39	5.10 ^{a}±0.37	5.43 ^{a}±0.43	5.70 ^{a}±0.32	6.53 ^{a}± 0.31	5.77 ^{a}±0.27
3	6.10^{ab}±0.34	6.03^{ab}±0.28	4.97 ^{a}±0.37	5.30 ^{a}±0.34	5.20 ^{a}±0.38	5.33 ^{a}±0.29	6.77 ^{a}±0.21	5.70 ^{a}±0.26
4	5.27^{b}±0.40	5.13^{b}±0.41	4.83 ^{a}±0.38	5.30 ^{a}±0.36	4.90 ^{a}±0.41	5.40 ^{a}±0.33	6.50 ^{a}±0.27	6.20 ^{a}±0.29

หมายเหตุ : ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วย DMRT

4.3 ผลของการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงต่อคุณภาพของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว

4.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

จากผลการประเมินทางประสาทสัมผัส ได้ซอสเครื่องเทศสูตรที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน คือ สูตรที่ 3 จากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ, ทางเคมี และทางชีวภาพ เพื่อเปรียบเทียบผลของความร้อนสูงต่อซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

4.3.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพหลังกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ค่าความหนืด

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 3,702 เป็น 4,580 (ตารางที่ 4.9) เนื่องจากความร้อนที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงทำให้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ระเหยออกไปบางส่วน ปริมาณความชื้นจึงลดลงส่งผลให้ซอสเครื่องเทศมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้น (กิตติศักดิ์, 2553) นอกจากนี้ความร้อนทำให้เกิดการเจลาทิไนซ์เซชัน โดยเมื่อเม็ดแป้งของข้าวได้รับความร้อน ความร้อนไปทำลายพันธะไฮโดรเจนของโมเลกุลแป้งสายโพลิเมอร์ของอะไมโลส และอะไมโลเพกตินเกิดการคลายตัว และรวมกับน้ำที่ล้อมรอบส่งผลให้เม็ดแป้งพองตัว และมีความหนืดเพิ่มสูงขึ้น

ค่าสี

ผลการวิเคราะห์ค่าสีระหว่างผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความสูง พบว่า ค่า L* ที่แสดงถึงค่าความสว่างมีค่าลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) มีค่าลดลงจาก 13.89 เป็น 13.16 สำหรับค่า a* ที่แสดงถึงค่าความเป็นสีแดง (+a) มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยค่า a* เพิ่มขึ้นจาก 1.51 เป็น 4.66 ซึ่งค่าความสว่างที่ลดลง และค่าความเป็นสีแดงที่เพิ่มขึ้น แสดงถึงความเข้มของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงส่งผลต่อค่าความสว่างและค่าความเป็นสีแดงของผลิตภัณฑ์ (กิตติศักดิ์ และคณะ, 2553) ส่วนค่า b* ที่แสดงถึงค่าความเป็นสีเหลือง (+b) ของผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวทั้งก่อนและหลังกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความสูง มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) คือ 3.51 (ตารางที่ 4.9) แสดงว่ากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืด และค่าสีในระบบ CIE Lab ของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

กระบวนการ	ค่าความหนืด (cP)	ค่าสี L* a* b*		
		L*	a*	b*
ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	3,702^{b}±7.60	13.89^{a}±0.00	+1.51^{b}±0.12	+3.51^{a}±0.03
หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	4,580^{a}±41.420	13.16^{b}±0.10	+4.66^{a}±0.08	+3.51^{a}±0.06

หมายเหตุ : ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วย DMRT
cP หมายถึง หน่วยเซนติพอยส์ (Centipoise) ของความหนืด
L* หมายถึง ความสว่าง (0 = มืด และ 100 = สว่าง)
a* หมายถึง ค่าความเป็นสีแดง (-a = สีเขียว และ +a = สีแดง)
b* หมายถึง ค่าความเป็นสีเหลือง (-b = สีน้ำเงิน และ +b = สีเหลือง)

4.3.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระระหว่างผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความสูง พบว่าปริมาณน้ำอิสระมีค่าลดลงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p\geq0.05$) (ตารางที่ 4.10) แสดงว่ากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงไม่ส่งผลต่อค่าปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์

ค่าความเป็นกรดด่าง (พีเอช)

ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศทั้งก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความสูง มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) คือ 5.19 (ตารางที่ 4.10) แสดงว่ากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.10 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าปริมาณน้ำอิสระ และค่าความเป็นกรดด่างของซอสเครื่องเทศหลังกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

กระบวนการ	ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	ความเป็นกรดด่าง (pH)
ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	0.98^{a}±0.01	5.19^{a}±0.01
หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	0.97^{a}±0.00	5.19^{a}±0.01

หมายเหตุ : ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วย DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความดัน 21 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที มีปริมาณน้ำอิสระและค่าความเป็นกรดด่าง เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 พ.ศ. 2556 เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ มีค่าความเป็นกรดด่าง มากกว่า 4.6 และค่าปริมาณน้ำอิสระ มากกว่า 0.85

4.3.1.3 การตรวจสอบลักษณะภายนอกและลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์

ผลของกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retorts) อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความดัน 21 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที ต่อผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวที่บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท ทำการตรวจสอบลักษณะภายนอกและลักษณะทั่วไป โดยสุ่มตัวอย่างนำมาตรวจสอบลักษณะภายนอกพบว่าผลิตภัณฑ์ไม่มีความผิดปกติใดๆ คือ ไม่บวมจนผิดรูป ไม่บุบ ไม่มีรอยรั่ว (รูปที่ 4.24) และเมื่อตรวจสอบลักษณะทั่วไปพบว่า มีกลิ่นและสีที่ปกติ ไม่พบลักษณะของกลิ่นเปรี้ยวหรือเหม็นเน่า แสดงให้เห็นว่าไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *C. perfingens* ที่มีบทบาทสำคัญทำให้อาหารเน่าเสีย บรรจุภัณฑ์อาหารบวมและมีกลิ่นเหม็นเน่า (บุษกร, 2558)

รูปที่ 4.24 ลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท

4.3.1.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของซอสเครื่องเทศหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

จำนวนจุลินทรีย์ทั่วไป

ผลการตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์รา, โคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในตัวอย่างซอสเครื่องเทศบรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิทหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงนำมาตรวจวิเคราะห์ พบว่า ไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, จำนวนยีสต์รา, โคลิฟอร์มและ *E. coli* (รูปที่ 4.25) (ตารางที่ 4.11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของตัวอย่างซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

กระบวนการ	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ยีสต์และรา (cfu/g)	โคลิฟอร์มและ *E. coli* (MPN/g)	*B. cereus* (cfu/g)	*S. aureus*	*Salmonella* spp.	*C. perfringens* (cfu/g)
ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	8.50×10^{4a} ±0.81	3.70×10^{2a} ±0.36	<3	<10	ND	ND	-
หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	$<10^{b}$ ±0.00	$<10^{b}$ ±0.00	<3	<10	ND	ND	<10

หมายเหตุ: ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วย DMRT
<3 หมายถึง ตรวจไม่พบโคลิฟอร์มและ *E. coli*
<10 หมายถึง ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์รา, *B. cereus* และ *C. perfringens*
ND (Not Detected) หมายถึง ตรวจไม่พบเชื้อ *S. aureus* ใน 0.1 กรัม, *Salmonella* spp. ใน 25 กรัม
- หมายถึง ไม่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์

รูปที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั่วไปในซอสเครื่องเทศหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง (ที่ระดับความเจือจาง 10^{-1})
ก. ผลการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA
ข. ผลการวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA
ค. ผลการวิเคราะห์โคลิฟอร์มและ *E. coli* ขั้นแรกในอาหารเลี้ยงเชื้อ LST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบกับซอสเครื่องเทศสูตรที่ 3 ก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง จะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่มมีจำนวนลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติศักดิ์ และคณะ (2553) ที่ศึกษาผลของระดับความร้อนในการฆ่าเชื้อน้ำพริกกะปิบรรจุกระป๋องโดยทำการฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 116 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 13 นาที พบว่าน้ำพริกกะปิหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เช่นเดียวกับงานวิจัยของทวีพัฒน์ (2550) ที่พัฒนากรรมวิธีผลิตข้าวผัดกุ้งบรรจุในรีทอร์ตเพาช์ ใช้กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ 116 องศาเซลเซียส โดยมีค่า F_0 ที่ 5.1, 10.0 และ 15.2 นาที พบว่าทั้งสามสภาวะไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ที่อุณหภูมิปานกลาง ไม่ทนความร้อน อุณหภูมิที่ใช้การฆ่าเชื้อดังกล่าวจึงเพียงพอต่อการทำลายจุลินทรีย์

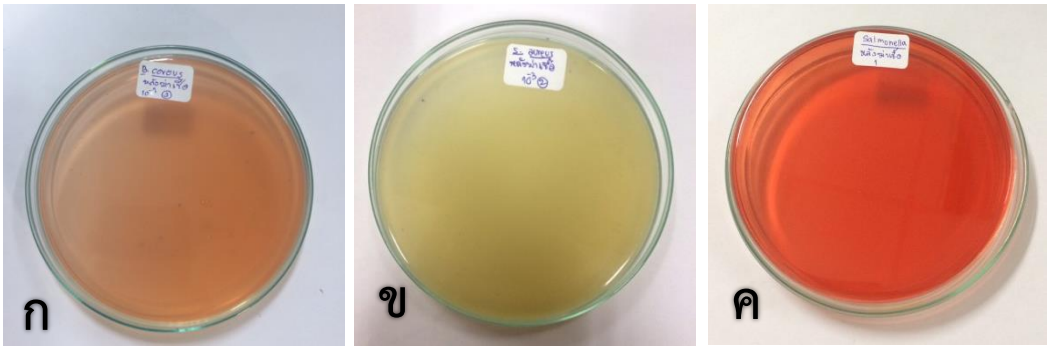
นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์สตูว์ซูริมิบรรจุในรีทอร์ตเพาช์ใช้กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที พบว่า ไม่พบแอโรบิคแบคทีเรีย (Hema *et al*., 2015) นอกจากนี้การศึกษากระบวนการผลิตและอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของนมกลิ่นกุหลาบบรรจุรีทอร์ตเพาช์ โดยทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 14.60 และ 13.97 นาที พบว่า ไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, โคลิฟอร์ม, ยีสต์และรา ภายในระยะเวลาการเก็บรักษา 90 วัน (Anandh *et al*., 2014)

ผลการตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์รา, โคลิฟอร์มและ *E. coli* ในตัวอย่างซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวที่บรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิทหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 พ.ศ.2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ซึ่งระบุไว้ว่าอาหารชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ ต้องตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 10,000 ต่ออาหาร 1 กรัม, ยีสต์และรา ไม่เกิน 100 ต่ออาหาร 1 กรัม และตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม หรือตรวจผลแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่ออาหาร 1 กรัม ในกรณีที่ตรวจโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)

จำนวนจุลินทรีย์ก่อโรค

ผลการตรวจวิเคราะห์จำนวนเชื้อ *B. cereus*, *S. aureus*, *Salmonella* spp. และ *C. perfringens* ในตัวอย่างซอสเครื่องเทศบรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิทหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง พบว่า ไม่พบการเจริญของเชื้อ *B. cereus* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MYP, เชื้อ *S. aureus* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ BPA และ เชื้อ *Salmonella* spp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD (รูปที่ 4.26) (ตารางที่ 4.11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรคในซอสเครื่องเทศหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง
ก. ผลการวิเคราะห์เชื้อ *B. cereus* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MYP ที่ระดับความเจือจาง 10^{-1}
ข. ผลการวิเคราะห์เชื้อ *S. aureus* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ BPA ที่ระดับความเจือจาง 10^{-3}
ค. ผลการวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella* spp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD ที่ระดับความเจือจาง 10^{-1}

เมื่อเปรียบเทียบกับซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวสูตรที่ 3 ก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาพร และกฤตภาส (2556) ที่ศึกษาการพัฒนาบรรจุภัณฑ์น้ำพริกพร้อมบริโภคแล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ผลการทดลองไม่พบการเจริญของเชื้อก่อโรค ได้แก่ เชื้อ *B. cereus*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. และยังมีรายงานการศึกษาผลของกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแบบสเตอริไลซ์ต่อความปลอดภัยของเชื้อจุลินทรีย์ในเค้กข้าวที่สภาวะ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พบว่า ไม่พบการเจริญของเชื้อ *B. cereus* (Kim *et al*., 2016)

สำหรับเชื้อ *C. perfringens* ที่ทำการส่งวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด (Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.) ผลแสดงดังภาคผนวก ฌ1 พบว่าซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวที่บรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิทไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อ สอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาพร และกฤตภาส (2556) ที่ศึกษาการพัฒนาบรรจุภัณฑ์น้ำพริกพร้อมบริโภคแล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ผลการทดลองไม่พบการเจริญของเชื้อก่อโรค *C. perfringens* ยังมีรายงานการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของซุปไก่พร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลซ์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ไม่พบการเจริญของเชื้อ *C. perfringens* (Jang and Lee, 2012)

ผลการตรวจวิเคราะห์จำนวนเชื้อ *B. cereus*, *S. aureus, Salmonella* spp. และ *C. perfringens* ในตัวอย่างซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวที่บรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิทหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 200 พ.ศ.2543 เรื่อง ซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ประเภทซอสชนิดต่างๆ ซึ่งระบุไว้ว่าต้องตรวจพบจำนวนเชื้อ *B. cereus* ไม่เกิน 500 ในอาหาร 1 กรัม, เชื้อ *C. perfringens* ไม่เกิน 1,000 ในอาหาร 1 กรัม, เชื้อ *S. aureus* ไม่พบในอาหาร 0.1 กรัม และตรวจไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. ในอาหาร 25 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท จัดอยู่ในประเภทอาหารชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ (Low Acid Food) หลังกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงด้วยเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retorts) ที่สภาวะอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความดัน 21 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที จะเห็นได้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา มีจำนวนลดลง และไม่มีการตรวจพบจุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม และจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ เชื้อ *B. cereus*, *S. aureus, Salmonella* spp. และ *C. perfringens* เนื่องจากจุลินทรีย์ทั้งหมด เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิปานกลาง (Mesophilic Bacteria) คือ 25 ถึง 45 องศาเซลเซียส (นงลักษณ์ และปรีชา, 2547) ยีสต์รา สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25 ถึง 32 องศาเซลเซียส (พิทยาภรณ์, 2554) จุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์มสามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 10 ถึง 40 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส (สุมณฑา, 2543) และสามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 50 องศาเซลเซียส (สุรีย์, 2559) เชื้อ *B. cereus* สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 75 องศาเซลเซียส เชื้อ *S. aureus* สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 46 องศาเซลเซียส (บุษกร, 2558) เชื้อ *Salmonella* spp. สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ 37 องศาเซลเซียส และยังถูกทำลายได้ง่ายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ถึง 5 นาที (จิราภรณ์ และนภสร, 2549) และเชื้อ *C. perfringens* สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิ 30 ถึง 55 องศาเซลเซียส สปอร์ของเชื้อสามารถทนความร้อนได้ที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2559) แสดงว่ากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว อีกทั้งผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทยังคงคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้คงเดิม

4.3.1.5 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

การวิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศก่อนและหลังฆ่าเชื้อด้วยความร้อน พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ, สี, รสหวาน, กลิ่น, รสชาติ และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) ส่วนคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านรสเผ็ดและความข้นหนืด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยคะแนนความชอบเฉลี่ยดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อซอสผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง แสดงว่าซอสสูตรที่ 3 หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคโดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ, สี, รสหวาน, รสเผ็ด, กลิ่น, รสชาติ, ความข้นหนืด และความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจาก 6.10, 6.03, 4.97, 5.30, 5.20, 5.33, 6.77 และ 5.70 ตามลำดับ เพิ่มขึ้นเป็น 7.23, 7.53, 6.30, 5.57, 6.90, 6.90, 6.97 และ 7.10 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12) เนื่องจากความร้อนมีผลทำให้ลักษณะคุณภาพของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงมีความแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยกิตติศักดิ์ (2553) กล่าวว่า ลักษณะคุณภาพของน้ำพริกกะปิหลังการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 116 องศาเซลเซียส นาน 13 นาที มีความแตกต่างจากน้ำพริกกะปิก่อนการฆ่าเชื้อทุกคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระดับความร้อนในการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่าสีของน้ำพริกกะปิเพิ่มขึ้น และทำให้น้ำที่มีอยู่ในน้ำพริกกะปิระเหยออกไป ความชื้นจึงลดลงส่งผลให้มีรสหวานและรสเค็มเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาก้อนเนื้อควายที่บรรจุในรีทอร์ตเพาซ์ 3 ชั้นด้วยการปิดผนึกแบบสุญญากาศ แล้วนำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ 107 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที พบว่าผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 90 วันที่อุณหภูมิ 30±1 องศาเซลเซียส ซึ่งยังคงคุณภาพ เนื้อสัมผัส และประสาทสัมผัสที่ดี (Devadason *et al.*, 2014) และการศึกษาผลิตภัณฑ์ซุปกุ้งเสริมแคลเซียมพร้อมดื่มในรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้ออัดแรงดันที่อุณหภูมิ 121, 115 และ 110 องศาเซลเซียส มีค่า F_0 เท่ากับ 6 นาที พบว่าผลิตภัณฑ์มีประสาทสัมผัสที่ยอมรับได้เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียม พร้อมยังคงเนื้อสัมผัส และประสาทสัมผัสที่ดีไว้ (Shashidhar *et al*., 2016) เช่นเดียวกับการศึกษาผลิตภัณฑ์สตูว์ซูริมิบรรจุในรีทอร์ตเพาซ์ โดยใช้กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 45 นาที พบว่า ผลิตภัณฑ์มีประสาทสัมผัสที่ยอมรับได้จนกระทั่งการเก็บรักษา 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่มีกลิ่นคาวปลา เนื้อสัมผัสนุ่ม มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี (Hema *et al*., 2015) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์บรรจุภาชนะปิดสนิทที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงยังคงคุณภาพ เนื้อสัมผัส และประสาทสัมผัสที่ดีของผลิตภัณฑ์ได้

ผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวบรรจุภาชนะที่ปิดสนิทจัดเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (Low Acid Food) ใช้กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงด้วยเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อน เป็นกระบวนการที่มีจุดมุ่งหมายในการทำให้จุลินทรีย์และสปอร์ของมันไม่สามารถเจริญเติบโตได้ภายใต้สภาวะปกติที่ใช้ในการเก็บรักษา เรียกการให้ความร้อนกับอาหารโดยใช้หลักการนี้ว่า การฆ่าเชื้อแบบเชิงการค้า (Commercial Sterilization) และสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิปกติในการเก็บรักษาได้โดยไม่ต้องแช่เย็นและไม่เกิดการเน่าเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง ด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic Scale 9 Points

กระบวนการ	ลักษณะปรากฏ	สี	รสหวาน	รสเผ็ด	กลิ่น	รสชาติ	ความข้นหนืด	ความชอบโดยรวม
ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	6.10^{b}±0.34	6.03^{b}±0.28	4.97^{b}±0.37	5.30^{a}±0.34	5.20^{b}±0.38	5.33^{b}±0.29	6.77^{a}±0.21	5.70^{b}±0.26
หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ	7.23^{a}±0.20	7.53^{a}±0.19	6.30^{a}±0.19	5.57^{a}±0.29	6.90^{a}±0.26	6.90^{a}±0.17	6.97^{a}±0.18	7.10^{a}±0.11

หมายเหตุ : ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วย DMRT

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นของวัตถุดิบหลักที่ใช้เป็นส่วนประกอบในซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว ได้แก่ ข้าวลืมผัว หอมแดง พริกเล็ก และพริกใหญ่ พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของวัตถุดิบหลัก มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) อยู่ในช่วง 2.68×10^5 ถึง 4.50×10^6 cfu/g โดยพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในพริกเล็กมากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวลืมผัว, พริกใหญ่ และหอมแดง ตามลำดับ สำหรับจำนวนยีสต์และรา พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) อยู่ในช่วง 3.40×10^3 ถึง 2.50×10^6 cfu/g โดยพริกเล็กมีจำนวนยีสต์และรามากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวลืมผัว, พริกใหญ่ และหอมแดง ตามลำดับ และไม่พบลักษณะโคโลนีของเชื้อ *B. cereus* แต่พบลักษณะโคโลนีอื่นที่เจริญบนผิวหน้าอาหารในวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด ไม่แตกต่างกัน

เตรียมซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว 4 สูตร โดยให้สูตรที่ไม่มีการเติมข้าวลืมผัวเป็นชุดควบคุม และอีก 3 สูตร มีการเติมข้าวลืมผัวที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 15 ซึ่งดัดแปลงมาจากสูตรพื้นฐาน (มาริสา, 2559) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่าซอสเครื่องเทศทั้ง 4 สูตร มีค่าความหนืด อยู่ในช่วง 3,451 ถึง 7,326 และค่าสี L*, a* และ b* อยู่ในช่วง 13.88 ถึง 15.26, 1.18 ถึง 4.09 และ 3.33 ถึง 5.75 ตามลำดับ การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า ปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.95 ถึง 0.98 และค่าความเป็นกรดด่าง อยู่ในช่วง 5.12 ถึง 5.19 และการวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด อยู่ในช่วง 7.50×10^3 ถึง 1.50×10^5 cfu/g จำนวนยีสต์และรา อยู่ในช่วง 2.5×10^2 ถึง 4.13×10^2 cfu/g ซึ่งยีสต์และราไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับ 429 พ.ศ. 2548 เรื่อง น้ำพริกแกงและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส ส่วนโคลิฟอร์ม, *E. coli*, เชื้อ *B. cereus*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. ตรวจไม่พบ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับ 429 พ.ศ. 2548 เรื่อง น้ำพริกแกงและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศทั้ง 4 สูตร พบว่า สูตรที่เหมาะสม คือ สูตรที่ 3 (เติมข้าวลืมผัวร้อยละ 10) นำเข้ากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงด้วยเครื่องฆ่าเชื้อแนวนอนแบบใช้การพ่นน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียสที่ความดัน 21 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบลักษณะภายนอกและลักษณะทั่วไป พบว่า ภาชนะไม่บวมจนผิดรูป ไม่บุบ ไม่มีรอยรั่ว มีกลิ่นและสีที่ปกติ

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของซอสเครื่องเทศหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง พบว่าความร้อนส่งผลให้ค่าความหนืดเพิ่มขึ้น และผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า ปริมาณน้ำอิสระ และค่าความเป็นกรดด่างไม่มีการเปลี่ยนแปลง สำหรับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพ พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั่วไป ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์และรา โคลิฟอร์มและ *E. coli* เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 พ.ศ.2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ เชื้อ *B. cereus*, *S. aureus, Salmonella* spp. และ *C. perfringens* เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 200 พ.ศ.2543 เรื่อง ซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ประเภทซอสชนิดต่างๆ ในส่วนผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ความร้อนส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ซอสเครื่องเทศได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์บรรจุภาชนะที่ปิดสนิทที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงยังคงคุณภาพ เนื้อสัมผัส และประสาทสัมผัสที่ดีของผลิตภัณฑ์ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 6 เดือน เพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงมีประสิทธิภาพอย่างสมบูรณ์

2. ในการวิจัยครั้งต่อไปหากมีงบประมาณและสารเคมีเพียงพอควรทดสอบยืนยันทางชีวเคมีให้ครบทุกประเภทเพื่อให้การทดสอบครบถ้วนและสมบูรณ์มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2548. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 200 พ.ศ.2548 เรื่องซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท.** แหล่งที่มา: http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/P200.pdf, 26 ตุลาคม 2556.

กระทรวงสาธารณสุข. 2556. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 349 พ.ศ.2556 เรื่องวิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด.** แหล่งที่มา: http://food.fda.moph.go.th/LACF/from/%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%81%E0%B8%8E%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A2.pdf, 26 ตุลาคม 2556.

กระทรวงสาธารณสุข. 2556. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 พ.ศ.2556 เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท.** แหล่งที่มา: http://food.fda.moph.go.th/LACF/from/%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%81%E0%B8%8E%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A2.pdf, 26 ตุลาคม 2556.

กระทรวงสาธารณสุข. 2556. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 364 พ.ศ.2556 เรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค.** แหล่งที่มา: http://elib.fda.moph.go.th/fulltext2/%E0%B8%81%E0%B8%8E%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A2/%E0%B8%81%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%9A%E0%B8%84%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%A3/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%97%E0%B8%A3%E0%B8%A7%E0%B8%87%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%98%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B8%AA%E0%B8%B8%E0%B8%82/56/364.pdf, 26 ตุลาคม 2556.

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2548. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ 429 เรื่องน้ำพริกแกงและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส**. แหล่งที่มา: http://www.fio.co.th/p/tisi_fio/fulltext/TIS429-2548.pdf, 26 ตุลาคม 2556.

กรมวิชาการเกษตร 2556. **หลักเกณฑ์และมาตรฐานประกอบการตรวจรับรองสินค้าเกษตรด้านพืช.** สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2556. **พริกแกง.** กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

กิตติศักดิ์ วสันติวงศ์, กรรณิการ์ สุรรักษ์ดิสัย และศิริพร บุญจะกุล. 2553. ผลของระดับความร้อนในการฆ่าเชื้อน้ำพริกกะปิบรรจุกระป๋อง. **วารสารวิจัย มสด สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 3(1): 75-85.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จริยา อุทัยทวีป และนพรัตน์ แซ่ลี. 2539. **การเตรียมสารสกัดพริกบริสุทธิ์ 2: พัฒนาครีมพริกและศึกษาผลต่อ blood flow ที่ผิวหนังคน**. ปริญญาเภสัชศาสตร์บัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหิดล.

จักรภพ ธรรมเดชะ. 2546. **ผลของการบริโภคพริกไทยที่มีต่ออุณหภูมิร่างกาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จิรวัฒน์ เค็มกระโทก. 2546. **การใช้กระบวนการ การมีส่วนร่วมในการลดพฤติกรรมเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากการใช้สารฆ่าศัตรูพืชในเกษตรกรอาชีพปลูกผักชี กิ่งอำเภอเทพารักษ์ จังหวัดนครราชสีมา.** ปริญญานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ญดารัตน์ กตะศิลา และเสาวนิด นาโม. 2549. **การลดปริมาณจุลินทรีย์ในกุ้งแห้งและพริกแห้ง.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

ฐิตินันท์ บัวบาน. 2552. **ชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ในเครื่องเทศและการเหลือรอดของจุลินทรีย์ในระหว่างการแปรรูปน้ำพริกตาแดงและการเก็บรักษา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. *อ้างถึง* พันทิพย์ ปานกลาง. 2547. **ลักษณะทางกายภาพ ปริมาณ oleoresin และความเผ็ดของผลพริก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฐิตินันท์ บัวบาน. 2552. **ชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ในเครื่องเทศและการเหลือรอดของจุลินทรีย์ในระหว่างการแปรรูปน้ำพริกตาแดงและการเก็บรักษา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. *อ้างถึง* ฉวีวรรณ ปานชี. 2546. **สมุนไพรที่ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์.** วารสารวิชาการสถาบันราชภัฏธนบุรี, 3(1); มกราคม-ธันวาคม.

ทวิพัฒน์ วิจิตรปัญญารักษ์. 2550. **การพัฒนากรรมวิธีผลิตข้าวผัดกุ้งบรรจุในรีทอร์ตเพาช์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิพาพร อยู่วิทยา. 2558. **การใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อในอาหาร.** ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ไทยเฮอร์เบิล. 2015. **ยี่หร่า.** แหล่งที่มา: http://thaiherbal.org/1520/1520, 20 ธันวาคม 2559

นงลักษณ์ และปรีชา สุวรรณพินิจ. 2547. **จุลชีววิทยาทั่วไป.** พิมพ์ครั้งที่ 4. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. **ผักชีของไทยดังไกลถึงญี่ปุ่นแล้วประโยชน์คืออะไร**. แหล่งที่มา: http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/336/ผักชีของไทยดังไกลถึงญี่ปุ่น/, 18 ธันวาคม 2559

นิภัชราพร สภาพพร และพัชราภรณ์ น้อยพันธ์. ม.ป.ป. การแพร่กระจาย *Bacillus cereus* ในน้ำพริก อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร. **นเรศวรวิจัย** 12: 635-641.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิวัติ แก้วประดับ และนิธิกาญจน์ ขันติวรพงศ์. 2543. **การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพริกไทย**. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *อ้างถึง* ชัยโย ชัยชาญทิพยุทธ. 2524. **โครงการศึกษาวิจัยสมุนไพร**. ห้างหุ้นส่วน โรงพิมพ์ยูไนเต็ทโปรดักชั่น, กรุงเทพฯ.

บุษกร อุตรภิชาติ. 2558. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 6. บริษัท นำศิลป์โฆษณา จำกัด, สงขลา.

ผดุงศักดิ์ วานิชชัง, ใจทิพย์ วานิชชัง และนฤมล บุญกระจ่าง. 2548. **การศึกษาปัจจัยที่มีต่อการขัดขาวพริกไทย**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.

พิพัฒน์กมล ชนะสิทธิ์. 2553. **การพัฒนาน้ำหมี่กรอบสำเร็จรูป.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2556.**กรรมวิธีการผลิตกล้วยบวชชีบรรจุกระป๋องและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีดังกล่าว**. ประเทศไทย. สิทธิบัตรการประดิษฐ์เลขที่ 1303001112**.**

วรรธินี เกตุคง. 2556. **ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวและการคืนรูปจากเยือกแข็งต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของข้าวขาวดอกมะลิ 105 หุงสุก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มาริสา จาตุพรพิพัฒน์. 2559. แบบเสนอโครงการวิจัยการพัฒนาต้นแบบกรรมวิธีแปรรูปอาหารด้วยความร้อนในผลิตภัณฑ์ไก่กอและพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัวแบบถ้วย (รีทอร์ท โบว์ล). **ทุนพัฒนางานวิจัยประยุกต์กองทุนวิจัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปี 2560.**

วิภาวดี สำแดง, ฑิฆัมพร ไม้เรียง, เบญจมาภรณ์ พิมพา และสมหวัง เล็กจริง. 2558. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งและน้ำพริกเห็ดแครง. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา** ปีที่ 20 (2): 33-47.

วิลาสินี จันทร์ลือ. 2554. **การตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำพริกอ่อง น้ำพริกหนุ่ม แหนมและไส้อั่ว.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. *อ้างถึง* กชกร ลาภมาก. 2547. **การตรวจสอบเชื้อราสายพันธุ์ที่สร้างสารอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง**. มหาวิทยาลัยอุตรดิตถ์, อุตรดิตถ์.

วิลาสินี จันทร์ลือ. 2554. **การตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำพริกอ่อง น้ำพริกหนุ่ม แหนมและไส้อั่ว.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. *อ้างถึง* กนกรัตน์ ศิริพานิชกร. 2548. **คู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยา.** พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะสาธารณะสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิลาสินี จันทร์ลือ. 2554. **การตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำพริกอ่อง น้ำพริกหนุ่ม แหนม และไส้อั่ว.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. *อ้างถึง* ชูลี ชัยศรีสุข. 2546. **พันธุศาสตร์ของเชื้อรา.** ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

วิลาสินี จันทร์ลือ. 2554. **การตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำพริกอ่อง น้ำพริกหนุ่ม แหนม และไส้อั่ว.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. *อ้างถึง* นวพร ล้ำเลิศกุล. 2549. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วิลาสินี จันทร์ลือ. 2554. **การตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำพริกอ่อง น้ำพริกหนุ่ม แหนม และไส้อั่ว.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. *อ้างถึง* บงกชวรรณ สุตะพาหะ. 2550. **การพิสูจน์เชื้อราก่อโรคทางห้องปฏิบัติการ.** คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วิลาสินี จันทร์ลือ. 2554. **การตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำพริกอ่อง น้ำพริกหนุ่ม แหนม และไส้อั่ว.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. *อ้างถึง* ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์ และ สุดสวย ตรีวานิช. 2546. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 4. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

วิลาสินี จันทร์ลือ. 2554. **การตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำพริกอ่อง น้ำพริกหนุ่ม แหนม และไส้อั่ว.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. *อ้างถึง* พรรพรรณ ดีระพัฒน์. 2548. **ปฏิบัติการจุลชีววิทยา.** พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร.

วิลาสินี จันทร์ลือ. 2554. **การตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำพริกอ่อง น้ำพริกหนุ่ม แหนม และไส้อั่ว.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. *อ้างถึง* รังสินี โสธรโรจน์. 2550. **เคมีและจุลชีววิทยาเบื้องต้นของอาหาร**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

วิลาสินี จันทร์ลือ. 2554. **การตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำพริกอ่อง น้ำพริกหนุ่ม แหนม และไส้อั่ว.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. *อ้างถึง* **สังคมอุดมปัญญาแหล่งการเรียนรู้และแบ่งปัน.** แหล่งที่มา:http//www.parinya.in.uru.ac.th/index.php?option=com_content&view.2554

วิลาสินี จันทร์ลือ. 2554. **การตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำพริกอ่อง น้ำพริกหนุ่ม แหนม และไส้อั่ว.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. *อ้างถึง* สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2543. **ความปลอดภัยของอาหาร (การใช้ระบบ HACCP).** สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิลาสินี จันทร์ลือ. 2554. **การตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำพริกอ่อง น้ำพริกหนุ่ม แหนม และไส้อั่ว.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. *อ้างถึง* **อนามัยสิ่งแวดล้อม.** แหล่งที่มา: http://cyberclass.msu.ac.th/cyberclass/cyberclassuploads/libs/html/31823/unit4_1_2.html. 2554.

วิลาสินี ดีปัญญา. 2556. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เมี่ยงคำข้าวลืมผัว.** มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

ศิโรรัตน์ กาญจนสำราญวงศ์. 2556. **ผลของน้ำมันพืชต่อรีโทรเกรเตชันและเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกในรีทอร์ตเพาช์ระหว่างการเก็บรักษา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์ และกฤตภาส จินาภาค. 2556. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์น้ำพริกพร้อมบริโภค. **วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.** 36(4): 451-464.

สุรีย์ นานาสมบัติ. 2557. **ปฏิบัติการจุลชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับอาหาร.** ครั้งที่ 3. โครงการตำรา, คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์, วรพงษ์ อัศวเกศมณี, พลรัตน์ ขวัญรอด, จีรศักดิ์ คงแก้ว และเภสัชรัตน์ กชกร จารุพงศ์. 2556. **ผลิตภัณฑ์ข้าวผัดพร้อมบริโภคบรรจุถุงทนร้อน.** ประเทศไทย อนุสิทธิบัตร เลขที่ 8202.

สำนักวิชาสหเวชศาสตร์และสาธารณสุขศาสตร์. ม.ป.ป. แบคทีเรียวิทยาและกิณวิทยาทางการแพทย์. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

อัจฉราพร เนินพลับและอภิชาติ เนินพลับ. 2553. **ผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวดำลืมผัว.** ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.

Anandh C. Prem, D. Ramasamy, A. Surendraraj and K.S. Gnanalakkshmi. 2014. Process Optimization and Shelf Life Study of Retort Processed Rose Flavoured Milk. **International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences** Vol. 4(1): 36-46.

AOAC, 2000. Official Methods of Analysis of AOAC Internatinal, 17th ed. The Association of Official Agricultural Chemists, International. Gaithersburg. Maryland.

AOAC. 2005. **Official Methods of AOAC International**. 1st. New York : The Association of Official Analytical Chemists.

Banerjee Mousumi and Sarkar K. Prabir. 2002**. Microbiological Quality of Some Retail Spices in India.** Food Research International 36: 469-474

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bennett, R.W., Lancette, G.A. 2001. **Bacteriological Analytical Manual Chapter 12: *Staphylococcus aureus*.** Available from: www.fda.gov/Food/FoodScience Research/Laboratory Methods/ucm071429.htm 15 July 2014.

Chalermpol Suwanphakdee. 2005. **Taxonomic Studies of the Genus *Piper* L. (Piperaceae) in Thailand**. M.E. Thesis, Kasetsart University. (in Thai) *Cited* Perry, L.M. 1980. **Medicinal Plants of East and Southeast Asia. : Attributed properties and use.** The MIT Press, Cambridge Massachusette.

Chopda A. Chetan and Barrett M. Diane. 2001. **Optimization of guava juice and powder production.** J. Food Process. Pres. 25: 411-417.

Feng, P., Weagant, S.D., Granr, M.A. 2002. **Bacteriological Analytical Manual Chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria (February 2013 Version).** Available from: www .fda.gov/Food/ScienceResearch /LaboratoryMethods/ucm064948.htm, 13 June 2014.

Fujimoto K, Seki K and Kaneda T. 1974. Antioxidative substances in red pepper. **J Food sci Technol** 21(2): 86-89.

Iwai K, Suzuki T and Fujiwake H. 1979. Formation and accumulation of pungent principle of hot pepper fruits, capsaicin and its analogues, in *Capsicum annuum* var. *annuum* cv. Karayatsubusa at different growth stages after flowering. **Agric Biiol Chem** 43(12): 2493-2498.

I. Prince Devadason, A. S. R. Anjaneyulu, S. K. Mendirtta and T. R. K. Murthy. 2014. Quality and Shelf Life of Buffalo Meat Blocks Processed in Retort Pouches**. J Food Sci Technol** 51 (12): 3991–3997.

ISO 6579. 2002. **Microbiology of food and animal feeding stuffs-horizontal method for the detection of Salmonella spp..** 4 th ed. Switzerland. p. 1-27.

Jang Dong Hyun and Keun Taik Lee. 2012. Quality Changes of Ready-To-Eat Ginseng Chicken Porridge During Storage at 25 °C. **Meat Science** 92(2012): 469-473.

K. Hema, R. Jeya Shakila, S. A. Shanmugam and E. Jeevithan. 2015. Processing and Storage of Restructured Surimi Stew Product in Retortable Pouches. **J Food Sci Technol** 52(3): 1283–1289.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kim K, Varinda R, Cho K, Kim J and Lee S. 2000. Comparison of accumulation of capsaicinoid synthetase activity at different development stages of *Capsicum annuum* L. **Agric Chem Biotechnol** 43(3): 152-155.

K. Shashidhar, K. B. Biji, C. N. Ravishankar, T. K. Srinivasa Gopal and Jose Joseph. 2016. Development of Ready to Drink Calcium Fortified Shrimp Soup in Retortable Pouches. **Indian J. Fish** 63 (1): 95-101.

Kwon, K.S., Bae, D., Park, K.H., and Rhee, K.C. 1996. Aqueos extraction and membrane techniques improve coconut protein concentrate functionality. **J.Food Sci.** 61: 753-756. *Cited* Jiraporn Sirison and Yuporn Puechkamut. 2552. **Formulation of imitation pasteurized coconut milk using soybean milk**, King mongkut's institute of technology ladkrabang department.

Maga JA. 1975. **Capsicum**. Crit Rev Food Sci Nutr 6(2): 177-199.

Magarita C. and Yahia M. 1998. Changes in capsaicinoids during development, maturation and senescence of chile peppers and relation with peroxidase activity. **J Agric Food Chem** 46: 2075-2079.

Masood A, Dogra JVV and Jha AK. 1994. **The influence of colouring and pungent agents of red chili (*Capsicum annuum* L.) on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus*. Letters Appl Micro** 18: 184-186.

Maturin, L., Peeler, J.T. 2001. **Aerobic plate count**. In: FDA Bacteriological Analytical Manual Online (BAM). Available from:www.fda.gov/Food/Science Research/LaboratoryMethods/ucm 063346.htm, 5 June 2013.

McClement. D.J. 2005. **Food emulsion: Practices and tecniqes.** Boca Raton : CRC Press. *Cited* Jiraporn Sirison and Yuporn Puechkamut. 2552. **Formulation of imitation pasteurized coconut milk using soybean milk**, King mongkut's institute of technology ladkrabang department.

Onsaard, E., Vittayanont, M., Srigam, S. and McClements, J.D. 2006. Comparison of properties of oil-in-water emulsion stabilized by coconut cream proteins with those stabilized by whey protein isolate. **Food Res. Int**. 39 : 78-86. *Cited* Jiraporn Sirison and Yuporn Puechkamut. 2552. **Formulation of imitation pasteurized coconut milk using soybean milk**, King mongkut's institute of technology ladkrabang department.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parveen, S., Das, S., Begum, A., Sultana, N., Hoque, M. M. and Ahmad, I. 2014. **Microbiological Quality Assessment of Three Selected Spices in Bangladesh.** International Food Research Journal 21(4): 1327 – 1330.

Pearson D. 1976. The Chemical Analysis of Food. Churchill, London.

Piroj Wiriyajaree. 2002. **Sensory Evaluation**. 1st ed. Faculty of Agro-Industry, Chaingmai University. *Cited* Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. 1987. **Sensory Evaluation Techniques.** CRC Press. Boca Raton Florida, USA.

S. Bhat, P. Kaushal, M. Kaur and H. K. Sharma. 2013. Coriander (*Coriandrum sativum* L.): Processing, nutritional and functional aspects. **African Journal of Plant Science** 8(1): 25-33.

Sandra M. Tallent, E. Jeffery Rhodehamel (ret.), Stanley M. Harmon (ret.), and Reginald W.

Bennett, 2001**. Bacteriological Analytical Manual Chapter 14: *Bacillus cereus***. In: Bacteriological Analytical Manual (BAM). Available from:http://www.fda.gov /food/food scienceresearch/laboratorymethods/ucm070875.htm

Seow, C.C. and Gwee, C.N., 1997. Coconut milk: Chemistry and technology. **Int. J. Food Sci. Tech.** 32(3): 189-201. *Cited* Jiraporn Sirison and Yuporn Puechkamut. 2552. **Formulation of imitation pasteurized coconut milk using soybean milk**, King mongkut's institute of technology ladkrabang department.

Tournas, V., Stack, M.E., Mislivec, P.B., Kock, H.A., Bandler, R. 2001**. Bacteriological Analytical Manual Chapter 18: Yeasts, mold, and mycotoxin.** In: Bacteriological Analytical Manual (BAM). Available from : www..fda.gov/Food /ScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm071435.htm, 13 June 2014.

Wang Guihe. 2015. **High-temperature beef sterilization device**. Chaina. Priority number CN204157563 (U)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์
และสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมี

1. Buffered Peptone Water

ส่วนประกอบ

Peptone	10	กรัม
Sodium chloride	5	กรัม
Sodium phosphate, dibasic	3.5	กรัม
Potassium phosphate, monobasic	1.5	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียม Buffered Peptone Water

ละลายส่วนผสมทุกชนิดในน้ำกลั่น คนให้ละลาย ปิเปตอาหารใส่ในภาชนะบรรจุ นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พีเอชสุดท้าย เท่ากับ 7.2 ± 0.2

2. Butterfield's phosphate-buffered, dilution water

ส่วนประกอบ

Stock solution

KH_2PO_4	34	กรัม
น้ำกลั่น	500	มิลลิลิตร

ปรับพีเอชให้ได้ 7.2 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัล จากนั้นปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เก็บไว้ในตู้เย็น

การเตรียมสารละลายสำหรับทำเจือจาง (Dilution Banks)

ปิเปต Stock Solution ที่เตรียมไว้ข้างต้น ปริมาตร 1.25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น นำไปบรรจุขวดตามปริมาตรที่ต้องการ จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Phosphate-Buffered Saline (PBS), pH 7.4

ส่วนประกอบ

NaCl	7.650	กรัม
Na_2HPO_4, anhydrous	0.724	กรัม
KH_2PO_4	0.210	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียม Phosphate-Buffered Saline (PBS)

ละลายส่วนผสมในน้ำกลั่น ปรับพีเอช ให้ได้ 7.4 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 นอร์มัล นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) (Maturin and Peeler, 2001)

1.1 Plate Count Agar (PCA) หรือ Standard Method Agar

ส่วนประกอบ

Tryptone	5	กรัม
Yeast extract	2.5	กรัม
Dextrose	1	กรัม
วุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียม Plate Count Agar

ผสมส่วนผสมทุกชนิดในน้ำกลั่น ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พีเอชสุดท้าย 7.0 ± 0.2

2. การวิเคราะห์หาจำนวนชื้อราและยีสต์ในอาหารด้วยวิธี Pour Plate (Tournas *et al.,* 2001)

2.1 Potato Dextrose Agar (PDA)

ส่วนประกอบ

Potato infusion	200	กรัม
Dextrose	20	กรัม
วุ้น	20	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียม Potato Dextrose Agar

เตรียม Potato infusion โดยหั่นมันฝรั่งเป็นชิ้นเล็กๆ ไม่ต้องปอกเปลือก ชั่งน้ำหนักมันฝรั่ง 200 กรัมใส่ภาชนะ เติมน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปต้ม 30 นาที กรองผ่านผ้าขาวบาง น้ำมันฝรั่งที่กรองได้คือ Potato infusion เติมวุ้นและ Dextrose ลงไป ต้มจนวุ้นละลาย บรรจุขวดหรือหลอดทดลอง นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พีเอช สุดท้าย 5.6 ± 0.2

3. การตรวจหาโคลิฟอร์ม ฟีคอลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยวิธี MPN (Feng *et al.,* 2002)

3.1 Lauryl Tryptose Broth

ส่วนประกอบ

Tryptose หรือ Trypticase	20	กรัม
Lactose	5	กรัม
K_2HPO_4	2.75	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KH_2PO_4	2.75	กรัม
NaCl	5	กรัม
Sodium lauryl sulfate	0.1	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียม Lauryl Tryptose Broth

ผสมส่วนผสมทุกชนิดในน้ำกลั่น ปิเปตอาหาร 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 20 x 150 มิลลิเมตร ที่มีหลอดดักแก๊สขนาด 10 x 75 มิลลิเมตร นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พีเอชสุดท้าย เท่ากับ 6.8 ± 0.2

3.2 Brilliant Green Lactose Bile (BGLB) Broth, 2%

ส่วนประกอบ

Peptone	10	กรัม
Lactose	10	กรัม
Oxgall	20	กรัม
Brilliant green	0.0133	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียม Brilliant Green Lactose Bile Broth

ละลายเปปโตนและแลคโตสในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ละลาย Oxgall ในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร พีเอชของสารละลายนี้ควรเป็น 7.0 ถึง 7.5 ผสมสารละลายทั้งสองเข้าด้วยกัน ปรับปริมาตรให้ได้ 975 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ปรับพีเอชให้ได้ 7.4 เติมสารละลาย Brilliant Green ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 13.3 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรจนได้ 1 ลิตร ปิเปตอาหาร 10 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองที่มีหลอดดักแก๊สคว่ำอยู่นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พีเอชสุดท้าย เท่ากับ 7.2 ± 0.2

3.3 EC Broth

ส่วนประกอบ

Tryptose หรือ Trypticase	20	กรัม
Bile salts No. 3	1.5	กรัม
Lactose	5	กรัม
K_2HPO_4	4	กรัม
KH_2PO_4	1.5	กรัม
NaCl	5	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีเตรียม EC Broth

ผสมส่วนผสมทุกชนิดในน้ำกลั่น ปิเปตอาหาร 8 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 16x150 มิลลิลิตร ที่มีหลอดดักแก๊สขนาด 10x75 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พีเอชสุดท้าย เท่ากับ 6.9 ± 0.2

4. การวิเคราะห์ *S. aureus* (Bennett and Lancette, 2001)

4.1 Baird-Parker Agar (BPA)

ส่วนประกอบ

อาหารเหลวพื้นฐาน (Basal medium)

Tryptone	10	กรัม
Beef extract	5	กรัม
Yeast extract	1	กรัม
Sodium pyruvate	10	กรัม
Glycine	12	กรัม
Lithium Chloride·6H_2O	5	กรัม
วุ้น	20	กรัม

Egg Yolk tellurite enrichment

ล้างไข่สดให้สะอาด แช่ไข่ทั้งเปลือกในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 เป็นเวลา 10 นาที นำไข่ไปวางไว้บนจานเพาะเชื้อปราศจากเชื้อ ทิ้งไว้จนแห้ง จากนั้นทำให้แตกด้วยเทคนิคปราศจากเชื้อ แยกไข่แดงออกจากไข่ขาว เอาไข่แดงออกด้วย Syringe ปราศจากเชื้อหรือปิเปตปากกว้างใส่ลงในบีกเกอร์ปลอดเชื้อ (เพื่อวัดปริมาตรของไข่แดง) ผสมไข่แดงกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ปราศจากเชื้อความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ลงไปในอัตราส่วน 3 : 7 โดยปริมาตร ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ส่วนผสมนี้ปริมาตร 50 มิลลิลิตรผสมกับสารละลายโพแทสเซียมเทลลูไรส์ (Potassium Tellurite) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ซึ่งผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อโดยเครื่องกรองจุลินทรีย์ ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งใช้

วิธีเตรียม Baird-Parker Medium ที่มี Egg Yolk Tellurite Enrichment

ชั่งส่วนผสมทุกชนิดตามสูตร ผสมให้เข้ากันดี ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พีเอชสุดท้าย เท่ากับ 7.2 ± 0.2 ถ้าอาหารแข็งแล้วแต่ยังไม่ใช้ทันทีทำให้อาหารเย็นลงจนถึงอุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส ได้นาน 1 เดือน หลอมเหลวก่อนใช้ ถ้าต้องการใช้ทันทีทำให้อาหารเย็นลงจนถึงอุณหภูมิ 48-50 องศาเซลเซียส เติม Egg Yolk Tellurite Enrichment ที่มีอุณหภูมิ 45 ถึง 50 องศาเซลเซียส ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงใน Baird-Parker Medium ที่ยังหลอมเหลวอยู่ ปริมาตร 95 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน อย่าให้เกิดฟองอากาศ เทอาหาร 15 ถึง 18 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ ทิ้งไว้ให้ผิวหน้าแห้งก่อนใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์ *B. cereus* (Tallent *et al.,* 2001)

5.1 Mannitol-Egg Yolk-Polymyxin (MYP) Agar

ส่วนประกอบ

Beef extract	1 กรัม
Peptone	10 กรัม
Mannitol	10 กรัม
NaCl	10 กรัม
Phenol red (ร้อยละ 1 ในเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95)	2.5 มิลลิลิตร
วุ้น	15 กรัม
น้ำกลั่น	900 มิลลิลิตร

สารละลาย Polymyxin B ความเข้มข้นร้อยละ 0.1

ละลาย Polymyxin B sulfate ความเข้มข้น 500,000 ยูนิตในน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร กรองด้วยเครื่องกรองจุลินทรีย์ (Filter-Sterilize) เก็บในที่มืดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งใช้

Egg Yolk Emulsion ความเข้มข้นร้อยละ 50

ล้างไข่สดให้สะอาด แช่ในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 นำไข่มาทำให้แตกด้วยเทคนิคปราศจากเชื้อ เอาไข่แดงออกด้วย Syringe ปราศจากเชื้อหรือปิเปตปากกว้าง ใส่ลงในบีกเกอร์ปลอดเชื้อ เติมสารละลายเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ลงไปปริมาตรเท่ากัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งใช้

วิธีเตรียม Mannitol-Egg Yolk-Polymyxin Agar ที่มี สารละลาย Polymyxin B และ Egg Yolk Emulsion

ผสมส่วนผสมทุกชนิดเข้าด้วยกัน ให้ความร้อนเพื่อให้วุ้นละลาย ปรับพีเอชเพื่อให้ได้พีเอช 7.2 ± 0.2 หลังฆ่าเชื้อ แบ่งอาหาร 225 มิลลิลิตร ใส่ฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทำให้เย็นถึง 50 องศาเซลเซียส เติมสารละลาย Polymyxin B ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร และเติม Egg Yolk Emulsion ความเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาตร 12.5 มิลลิลิตร ลงในอาหาร MYP ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วเทอาหาร 18 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อขนาด 15 x 100 มิลลิเมตร ทิ้งไว้ให้ผิวหน้าแห้ง 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้องก่อนใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การวิเคราะห์ *Salmonella* spp. (ISO 6579, 2002)

6.1 Rappaport-Vassiliadis Soya Peptone (RVS) Broth

<u>อาหารเหลวพื้นฐาน</u>

Tryptone	5	กรัม
NaCl	8	กรัม
KH_2PO_4	1.6	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

<u>สารละลาย Magnesium Choride</u>

$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	400	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

ชั่ง $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ จากขวดที่เพิ่งเปิดใหม่ เพราะ $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ดูดความชื้นได้ดีมาก ละลายในน้ำกลั่น แล้วเก็บในขวดสีชาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นานถึง 1 ปี

<u>สารละลาย Malachite Green Oxalate</u>

Malachite green oxalate	0.4	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

ควรใช้ Malachite green oxalate ของบริษัท Merck เพราะถ้าใช้ของบริษัทอื่นอาจมีประสิทธิภาพไม่เท่ากัน เก็บในขวดสีชาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นาน 6 เดือน

<u>วิธีเตรียม Rappaport-Vassiliadis Soya Peptone broth</u>

ผสมอาหารเหลวพื้นฐาน 1,000 มิลลิลิตร สารละลาย Magnesium Chloride 100 มิลลิลิตร และสารละลาย Malachite Green Oxalate 10 มิลลิลิตร เข้าด้วยกัน ปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 1,110 มิลลิลิตร (ควรเตรียมอาหารเหลวพื้นฐานในวันที่จะผสมสารละลายทั้งสามชนิดเข้าด้วยกัน) ปิเปตอาหาร 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาด 16 x 150 มิลลิเมตร นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พีเอชสุดท้าย 5.5 ± 0.2 เก็บไว้ในตู้เย็น ใช้ภายใน 1 เดือน

6.2 Xylose Lysine Desoxycholate (XLD) Agar

<u>ส่วนประกอบ</u>

Yeast extract	3	กรัม
L-lysine	5	กรัม
Xylose	3.75	กรัม
Lactose	7.5	กรัม
Sucrose	7.5	กรัม
Sodium desoxycholate	2.5	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ferric ammonium citrate	0.8	กรัม
Sodium thiosulfate	6.8	กรัม
NaCl	5	กรัม
Phenol red	0.08	กรัม
วุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียม Xylose Lysine Desoxycholate (XLD) Agar

ผสมส่วนผสมทุกชนิดในน้ำกลั่น ให้ความร้อนพร้อมทั้งคนจนวุ้นละลาย ให้ความร้อนจนเดือดแล้วยกลง อย่าให้ความร้อนมากเกินไป ทิ้งให้เย็นลงจนถึง 50 องศาเซลเซียส เทลงในจานเพาะเชื้อ ทิ้งไว้ให้ผิวหน้าแห้ง 2 ชั่วโมง เปิดฝาเล็กน้อย จากนั้นจึงปิดฝา พีเอชสุดท้ายเท่ากับ 7.4 ± 0.2

7. Nutrient Agar Slant

ส่วนประกอบ

Beef extract	3	กรัม
Peptone	5	กรัม
วุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียม Nutrient Agar

ผสมส่วนผสมทุกชนิดในน้ำกลั่น ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย ปิเปตอาหาร 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พีเอชสุดท้าย 6.8 ± 0.2

อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับทดสอบทางชีวเคมี (Biochem Test)

1. อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับทดสอบทางชีวเคมีของ *B. cereus*

1.1 Phenol Red Glucose Broth

ส่วนประกอบ

Proteose peptone No. 3	10	กรัม
NaCl	5	กรัม
Beef extract (optional)	1	กรัม
Dextrose	5	กรัม
Phenol red (0.25% ในเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95)	7.2	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีเตรียม Phenol Red Glucose Broth

ผสมส่วนผสมทุกชนิดในน้ำกลั่น ปิเปตอาหาร 2.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 13×100 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที พีเอชสุดท้าย 7.4 ± 0.2

1.2 Nitrate Broth

ส่วนประกอบ

Beef extract	3	กรัม
Peptone	5	กรัม
KNO_3 (ปราศจากไนไตร์ต)	1	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียม Nitrate Broth

ผสมส่วนผสมทุกชนิดในน้ำกลั่น ปิเปตอาหาร 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 16×125 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พีเอชสุดท้าย 7.0 ± 0.2

1.3 Motility Test Medium (Semisolid)

ส่วนประกอบ

Beef extract	3	กรัม
Peptone	10	กรัม
NaCl	5	กรัม
วุ้น	4	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียม Motility Test Medium (Semisolid)

ผสมส่วนผสมทุกชนิดในน้ำกลั่น ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย ปิเปตอาหาร 8 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองฝาเกลียวขนาด 16×150 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พีเอชสุดท้าย 7.4 ± 0.2

2. อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับทดสอบทางชีวเคมีของ *Salmonella* spp.

2.1 Triple Sugar Iron (TSI) Agar

ส่วนประกอบ

Medium 1

Polypeptone	20	กรัม
NaCl	5	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lactose	10	กรัม
Sucrose	10	กรัม
Glucose	1	กรัม
$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	0.2	กรัม
$Na_2S_sO_3$	0.2	กรัม
Phenol red	0.025	กรัม
วุ้น	13	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

Medium 2

Beef extract	3	กรัม
Yeast extract	3	กรัม
Peptone	15	กรัม
Proteose peptone	5	กรัม
Glucose	1	กรัม
Lactose	10	กรัม
Sucrose	10	กรัม
$FeSO_4$	0.2	กรัม
NaCl	5	กรัม
$Na_2S_sO_3$	0.3	กรัม
Phenol red	0.024	กรัม
วุ้น	12	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียม Triple Sugar Iron (TSI) Agar

อาจใช้สูตรของ Medium 1 หรือ Medium 2 ในการเตรียมก็ได้

ผสมส่วนผสมของ Medium 1 ลงในน้ำกลั่น ให้ความร้อนพร้อมทั้งคนเป็นครั้งคราว ต้มนาน 1 นาที เพื่อละลายส่วนผสม เติมลงในหลอดทดลองขนาด 16×150 มิลลิลิตร ประมาณ 1 ต่อ 3 ของปริมาตรหลอด นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พีเอชสุดท้าย 7.3 ± 0.2

สำหรับ medium 2 เตรียมทำนองเดียวกับ medium 1 แต่ฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พีเอชสุดท้าย 7.4 ± 0.2 ก่อนอาหารแข็งตัว นำหลอดมาเอียงให้มีความยาวของส่วน slant 4 ถึง 5 เซนติเมตร และส่วนของก้นหลอด (Butt) ยาว 2 ถึง 3 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Lysine Iron Agar (LIA)

ส่วนประกอบ

Peptone	5	กรัม
Yeast extract	3	กรัม
Glucose	1	กรัม
L-lysine hydrochloride	10	กรัม
Ferric ammonium citrate	0.5	กรัม
Sodium thiosulfate (anhydrous)	0.04	กรัม
Bromcresol purple	0.02	กรัม
วุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

วิธีเตรียม Lysine Iron Agar (LIA)

ผสมส่วนผสมทุกชนิดในน้ำกลั่น ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย ปิเปตอาหาร 4 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองฝาเกลียวขนาด 13×100 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 นาที ทิ้งให้วุ้นแข็งในตำแหน่งลาดเอียงเพื่อให้มีส่วนของก้นหลอด (Butt) 4 เซนติเมตร และส่วนของผิวหน้าลาดเอียง 2.5 เซนติเมตร พีเอชสุดท้าย 6.7 ± 0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวัดความหนืด โดยใช้เครื่อง Brookfield viscometer Model DV-II+

รูปภาคผนวก ข1 เครื่อง Brookfield viscometer Model DV-II+

1.1 วิธีการ Setting ค่า

1.1.1 บันทึกลักษณะตัวอย่างอาหาร

1.2 การเตรียมเครื่องมือ

1.2.1 ตรวจสอบดูลูกน้ำในช่องให้อยู่ตรงกลาง
1.2.2 กดปุ่มทำงานของเครื่องซึ่งอยู่ทางด้านขวามือ จนกระทั่งค่าบนจอได้ตัวเลขที่คงที่
1.2.3 ปรับปุ่มให้อ่านค่าได้ 0.00 หรือ 0.01 ปิดมอเตอร์
1.2.4 จุ่มเข็มเบอร์ที่ต้องการลงในตัวอย่างอาหารจนถึงรอยกึ่งกลางเข็ม

1.3 ป้อนข้อมูลของเข็มที่ต้องการวัด

1.3.1 กดปุ่ม Selec Spindle
1.3.2 กดปุ่มลูกศรขึ้น-ลง เพื่อเลือกรหัสของเข็มที่จะใช้
1.3.3 กดปุ่ม Selec Spindle อีกครั้ง เมื่อได้รหัสเข็มที่ต้องการ (ภายใน 3 วินาที)

1.4 เลือกความเร็วรอบ

1.4.1 กดปุ่ม Set Speed
1.4.2 กดปุ่มลูกศรขึ้น-ลง เพื่อเลือกความเร็วรอบที่ต้องการ
1.4.3 กดปุ่ม Set Speed อีกครั้ง เมื่อได้ความเร็วรอบที่ต้องการ (ภายใน 2 วินาที)

1.5 ในกรณีที่ต้องการหยุดเครื่อง ขณะทำการวัดให้กดปุ่ม Motor ON/OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ในกรณีต้องการดูข้อมูลอื่นๆในค่าอื่นๆ เช่น % Scale, Viscosity (cps) ให้กดปุ่ม Select Display

1.7 ปุ่ม Auto range ใช้ในกรณีเราต้องการทราบว่าเข็มสามารถวัดได้ความหนืดสูงสุดเท่าไร

1.8 ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงลูกตุ้ม หรือเปลี่ยนตัวอย่างซอสใหม่ จะต้องปิดมอเตอร์ก่อนทุกครั้งที่จะทำการทดลองต่อไป และถอดลูกตุ้มออกทกครั้งที่จะทำความสะอาด ถ้าต้องการใช้เครื่องมือเป็นระยะเวลานานๆ ควรมีการเช็คค่าศูนย์ในบางโอกาสโดยต้องถอดลูกตุ้มทุกครั้งที่มีการปรับค่าศูนย์

1.9. ถ้าใช้ตัวอย่างที่เป็น Non-neutonian fluid ค่าความหนืดจะเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ ดังนั้นต้องจับเวลาในการวัดค่าความหนืดภายใน 1 นาที ถ้าเป็น Newtonian Fluid เช่น น้ำ น้ำมัน ความหนืดคงที่

1.10 หาสภาวะที่ให้ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ สูงสุด

2. การวัดค่าสีด้วยระบบ L*a*b* โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta CR-300

รูปภาคผนวก ข2 เครื่องวัดสี Minolta CR-300

2.1 วิธีการ Setting ค่า

กดปุ่ม Index Set แล้วกดปุ่ม วนขึ้นหน้าจอแล้วเลือกที่ Light Source C หรือ D 65 หลังจากนั้นกดปุ่ม Enter

2.2 วิธี Calibrate เครื่อง CR-300

2.2.1. กดปุ่ม Calibrate หน้าจอจะขึ้นค่า Y...x...y และให้ใส่ค่าตรงกับแหล่งกำเนิดแสงที่ได้เลือกไว้ คือ C หรือ D 65 ตามค่าที่ให้มาตามแผ่น White plate เมื่อค่า Y...x...y ตรงกับแหล่งกำเนิดแสงที่เลือกแล้ว จึงนำหัววัดมาวางบนแผ่น White plate แล้วจึงกดปุ่ม measureไฟจะแฟลช 3 ครั้ง แสดงว่าเครื่องทำการ Calibrate เรียบร้อยแล้ว

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) วิธีการวัดแบบทั่วไป

นำหัววัดวางบนสิ่งที่ต้องการวัด หลังจากนั้นกดปุ่ม measure จะได้ค่าสี L,a,b

2) วิธีการวัดแบบหาค่าเฉลี่ย

2.1 กดปุ่ม All data clear กด Enter เพื่อล้างข้อมูลเก่า

2.2 นำหัววัดวางบนสิ่งที่ต้องการวัด กดปุ่ม measure วัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4, 5 (อย่างน้อย 5 จุด)

2.3 กดปุ่ม statistical กด Enter เพื่อหาค่าเฉลี่ย

3) วิธีการวัดสี Standard และ Sample เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง

3.1 กดปุ่ม Target Color Set แล้วนำหัววัดวางบนแผ่น Standard ที่ต้องการแล้วกดปุ่มวัดเพื่อวัดค่า L.....a....b... ของ Standard

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

3.3 กดปุ่ม ABS/DIFF เพื่อทำการเปรียบเทียบ Standard กับ Sample ซึ่งหน้าจอจะปรากฏค่า

E = ..., L = ...

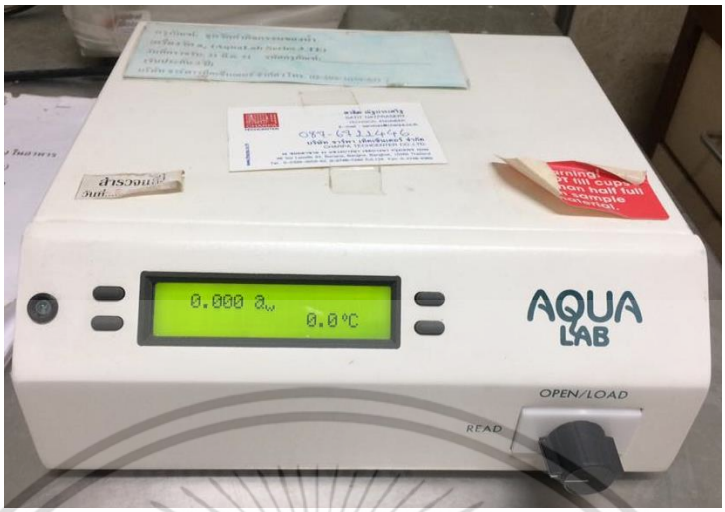
a = ..., b = ...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่อง AquaLab Series 3



รูปภาคผนวก ค1 เครื่อง AquaLab Series 3

1.1 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

1.1.1 ตัวอย่างต้องเป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุตัวอย่างในถ้วยตัวอย่างควรบรรจุตัวอย่างใส่ให้เต็มก้นถ้วยหากเป็นไปได้ แต่ถึงแม้ว่าจะบรรจุตัวอย่างไม่เต็มก้นถ้วยเครื่อง AquaLab ก็สามารถวัดค่าได้เที่ยงตรงเช่นกัน

1.1.2 อย่าใส่ตัวอย่างเกินครึ่งถ้วย เนื่องจากจะมีตัวอย่างไปเปื้อนที่ตัวเซนเซอร์ในเครื่องได้

1.1.3 ขอบและภายนอกถ้วยใส่ตัวอย่างต้องสะอาด หากมีตัวอย่างเปื้อนภายนอกหรือที่ขอบถ้วยใส่ตัวอย่างต้องเช็ดออกด้วยกระดาษที่สะอาด เนื่องจากจะไปเปื้อนตัวเซนเซอร์ในเครื่องทำให้อ่านค่าผิดพลาดได้

1.1.4 หากต้องอ่านค่าตัวอย่างเดิมซ้ำอีกครั้งให้ปิดฝาถ้วยใส่ตัวอย่างไว้เพื่อป้องกันน้ำระเหย ซึ่งอาจใช้แผ่นฟิล์มหรือฝาของถ้วยใส่ตัวอย่างปิดไว้ก็ได้

1.2 วิธีการวัดตัวอย่าง

1.2.1 บิดปุ่มจับลิ้นชักไปที่ OPEN/LOAD และดึงให้ลิ้นชักเปิดออก

1.2.2 วางตัวอย่างที่เตรียมไว้ลงในลิ้นชัก ตรวจดูว่าที่ขอบ ถ้วยใส่ตัวอย่างไม่มีคราบ

1.2.3 เลื่อนลิ้นชักปิดเบาๆ โดยเฉพาะตัวอย่างที่เป็นของเหลว เพราะจะกระเด็นได้

1.2.4 หมุนปุ่มจับลิ้นชักไปที่ READ หน้าจอต่อไปนี้จะปรากฏขึ้น

Chamber sealed Measurement started

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการเริ่มอ่านค่า ภายใน 40 วินาที ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ค่าแรกที่อ่านได้จะปรากฏบนจอ ซึ่งการอ่านค่าจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของตัวอย่างและภายในเครื่องและคุณสมบัติอื่นๆของตัวอย่าง

1.3 การอ่านค่าของเครื่อง

เครื่อง AquaLab จะอ่านค่าเป็นรอบๆจนกระทั่งค่าที่อ่านได้ติดกัน 2 ค่าคลาดเคลื่อนห่างกันไม่เกิน 0.001 และเมื่ออ่านค่าเสร็จสิ้นเครื่องจะแสดงสัญญาณไฟกะพริบและเสียงเตือน (ขึ้นอยู่กับว่าได้ตั้งไว้หรือไม่)

2. การวัดพีเอช ด้วยเครื่อง Mettler Tdledo SevenGO Pro

รูปภาคผนวก ค2 เครื่อง Mettler Tdledo SevenGO Pro

2.1 วิธีการ Setting

2.1.1 เตรียม Electrode โดยนำ Cap ที่ปิด Electrode ออก
2.1.2 ล้าง Electrode ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นซับด้วยกระดาษทิชชู่

2.2 วิธีการ Calibrate Electrode

2.2.1 จุ่ม Electrode ใน Buffer 7 กวนเล็กน้อย ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที แล้วกด Cal
2.2.2 ล้าง Electrode ด้วยน้ำกลั่น
2.2.3 ทำซ้ำข้อ 2.1 ด้วย Buffer 4.01 หรือ 9.21 กด Read

2.3. วิธีการวัดตัวอย่าง

2.3.1 จุ่ม Electrode ในตัวอย่าง กวนเล็กน้อย ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที แล้วกด Read
2.3.2 รอให้เครื่องอ่านค่า $\sqrt{A}$
2.3.3 ล้าง Electrode ในน้ำกลั่นและเก็บใน Electroiyte จากนั้นซับด้วยกระดาษทิชชู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) (BAM online, 2001)

การวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยเทคนิค Pour Plate

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อใส่ในจานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อ จากนั้นถ่ายตัวอย่างใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ (Stomacher Bag) ที่ใช้สำหรับตีป่นอาหาร
2. เติมสารละลาย Butterfield's Phosphate-Buffered ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ลงในถุงพลาสติกนั้น
3. ตีป่นตัวอย่างด้วยเครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher) เป็นเวลานาน 2 นาที ด้วยความเร็วปานกลาง ตัวอย่างในถุงพลาสติกปลอดเชื้อจะถูกเจือจาง 1 ต่อ 10 เท่า หรือมีระดับความเจือจาง 10^{-1}
4. ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมลงในสารละลาย Butterfield's Phosphate-Buffered ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันจะได้ตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 1:100 หรือ 10^{-2} จากนั้นทำการเจือจางต่อไปจนได้ระดับความเจือจาง 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} ก่อนถ่ายตัวอย่างควรเขย่าตัวอย่างที่ทุกระดับความเจือจางอย่างแรง 25 ครั้งภายใน 7 วินาที อาจใช้เครื่องผสมช่วยการเขย่าเป็นเวลา 15 วินาที และถ้าตั้งทิ้งไว้เกิน 3 นาที ควรเขย่าซ้ำก่อนปิเปตตัวอย่างลงในจานเพาะเชื้อ
5. ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-4} ลงในจานเพาะเชื้อเปล่าที่ปลอดเชื้อ 3 จาน จานละ 1 มิลลิลิตร ให้ยกฝาจานเพาะเชื้อในระดับที่สูงพอที่จะสอดปิเปตลงไปได้ ถือปิเปตให้ลักษณะทำมุม 45 องศา โดยให้ปลายปิเปตแตะที่ก้นจานเพาะเชื้อ ปล่อยตัวอย่างลงไปจนหมด แล้วจับปิเปตในลักษณะตั้งตรงตามแนวดิ่ง แตะปลายปิเปตอีก 1 ครั้ง บริเวณจุดที่แห้งบนจานเพาะเชื้อ ไม่ต้องเป่าไล่ตัวอย่าง
6. ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-5} ลงในจานเพาะเชื้อเปล่าที่ปราศจากเชื้อ จำนวน 3 จาน จานละ 1 มิลลิลิตร ตัวอย่างในจานจะมีระดับความเจือจางเท่ากับ 10^{-5}
7. ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-6} ลงในจานเพาะเชื้อเปล่าที่ปราศจากเชื้อ จำนวน 3 จาน ละ 1 มิลลิลิตร จะได้ความเจือจางของตัวอย่างเท่ากับ 10^{-6}
8. เติมอาหาร PCA ที่อุ่นๆ (อุณหภูมิ 44 ถึง 46 องศาเซลเซียส) ลงในจานเพาะเชื้อที่เติมตัวอย่างไว้แล้วจานละประมาณ 12 ถึง 15 มิลลิลิตร หมุนจานเพาะเชื้ออย่างรวดเร็วแล้วตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว คว่ำจานแล้วนำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ถึง 48 ชั่วโมง
9. นับจำนวนโคโลนีบนจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ในช่วง 25 ถึง 250 โคโลนี คำนวณในรูปของ cfu/g ของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อราและยีสต์ในอาหารด้วยวิธี Pour Plate (BAM online, 2001)

การวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อราและยีสต์ในอาหารด้วยวิธี Pour Plate

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ เทใส่ถุงพลาสติกปราศจากเชื้อแล้วเติมสารละลายเปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาณ 225 มิลลิลิตร นำไปตีป่นด้วยเครื่องตีป่นอาหารเป็นเวลา 2 นาที ในกรณีที่มีเชื้อราอยู่ภายในเมล็ดธัญชาติหรือเมล็ดถั่ว ควรแช่ไว้ในสารละลายเปปโตนเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปตีป่น
2. เจือจางตัวอย่างต่อๆไปจนได้ระดับความเจือจางที่ 10^{-2}, 10^{-3} และ 10^{-4} ด้วยสารละลายเปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1
3. ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} ลงในจานเพาะเชื้อเปล่าที่ปลอดเชื้อ 3 จาน จานละ 1 มิลลิลิตร ให้ยกฝาจานเพาะเชื้อในระดับที่สูงพอที่จะสอดปิเปตลงไปได้ ถือปิเปตให้ลักษณะทำมุม 45 องศา โดยให้ปลายปิเปตแตะที่ก้นจานเพาะเชื้อ ปล่อยตัวอย่างลงไปจนหมด แล้วจับปิเปตในลักษณะตั้งตรงตามแนวดิ่ง แตะปลายปิเปตอีก 1 ครั้งบริเวณจุดที่แห้งบนจานเพาะเชื้อ ไม่ต้องเป่าไล่ตัวอย่าง
4. เติมอาหาร PDA ที่อุ่นๆ (อุณหภูมิ 44 ถึง 46 องศาเซลเซียส) ลงในจานเพาะเชื้อที่เติมตัวอย่างไว้แล้วจานละประมาณ 12 ถึง 15 มิลลิลิตร หมุนจานเพาะเชื้ออย่างรวดเร็ว แล้วตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อบ่มจนครบ 5 วัน นับโคโลนีบนจานที่มีจำนวนโคโลนี 10 ถึง 150 โคโลนี ถ้าไม่มีการเจริญ ให้บ่มต่ออีก 2 วัน รายงานผลเป็นค่า cfu/g หรือ cfu/ml ถ้าไม่มีโคโลนีใดๆขึ้นเลย ให้รายงานว่ามีจำนวนเชื้อราและยีสต์ น้อยกว่า 1 เท่า ของระดับความเจือจางต่ำสุด เปรียบเทียบจำนวนโคโลนีและสังเกตลักษณะโคโลนีที่ขึ้นบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งสองชนิด

3. การตรวจหาโคลิฟอร์ม ฟีคอลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยวิธี MPN (BAM online, 2001)

วิธีการทดลอง

1. เตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ เทใส่ถุงพลาสติกปราศจากเชื้อแล้วเติมสารละลาย Butterfield's Phosphate-Buffered ปริมาณ 225 มิลลิลิตร นำไปตีป่นด้วยเครื่องตีป่นอาหารเป็นเวลา 2 นาที

2. Presumptive Test สำหรับการตรวจหาโคลิฟอร์ม ฟีคอลโคลิฟอร์ม และ *E. coli*

เจือจางตัวอย่างจนถึงระดับความเจือจางที่ 10^{-5} แล้วปิเปตตัวอย่างที่แต่ละระดับความเจือจาง (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} และ 10^{-5}) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดอาหาร LST ที่มีหลอดดักแก๊ส (หรืออาจใช้อาหาร Lactose Broth ก็ได้) ระดับความเจือจางละ 3 หลอดรวม 15 หลอด (ทำให้เสร็จภายในเวลาไม่เกิน 15 นาที ตั้งแต่ตีป่นตัวอย่างจนกระทั่งเติมตัวอย่างลงในอาหารเหลว) จากนั้นนำหลอดอาหารทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง หลอดที่เกิดแก๊สอย่างน้อยร้อยละ 10 ของหลอดดักแก๊สถือว่าให้ผลบวก ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดที่เกิดแก๊สเพียงเล็กน้อยและหลอดที่ไม่เกิดแก๊สให้บ่มต่อไปอีก 24 ± 2 ชั่วโมง นับจำนวนหลอดที่ให้ผลบวกแล้วนำหลอดที่เกิดแก๊สไปทดสอบยืนยันในขั้นตอนต่อไป

3. Confirmed test

3.1 การทดสอบยืนยันสำหรับโคลิฟอร์ม

ใช้ลูปที่ปราศจากเชื้อถ่ายเชื้อจากหลอดอาหารเหลว LST ทุกหลอดที่เกิดแก๊สหนึ่งลูปเต็มลงในหลอดอาหารเหลว BGLB หลอดต่อหลอด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 3 ชั่วโมง ตรวจสอบการเกิดแก๊ส นับจำนวนหลอดที่เกิดแก๊สเพื่อยืนยันการเกิดแก๊สของหลอดอาหาร LST ในขั้น Presumptive นำไปคำนวณค่า MPN ของโคลิฟอร์มจากตาราง MPN สำหรับ 3 หลอด

3.2 การทดสอบยืนยันสำหรับฟีคอลโคลิฟอร์มและ *E. coli*

ทำเช่นเดียวกับข้อ 2.1 ต่างกันที่ใช้อาหาร EC broth แทนอาหาร BGLB และบ่มที่อุณหภูมิ 45.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง ตรวจสอบการเกิดแก๊ส ถ้าไม่เกิดแก๊สขึ้น บ่มต่อไปจนครบ 48 ± 2 ชั่วโมง นับจำนวนหลอดที่เกิดแก๊ส นำไปคำนวณค่า MPN ของฟีคอลโคลิฟอร์มจากตาราง MPN สำหรับ 3 หลอด

หมายเหตุ : การวิเคราะห์หาฟีคอลโคลิฟอร์มทำที่อุณหภูมิ 45.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส สำหรับอาหารทั้งหมด ยกเว้น ตัวอย่างน้ำ สัตว์น้ำประเภทที่มีเปลือก (Shellfish) และน้ำจากบริเวณที่จับสัตว์น้ำประเภทนี้จะบ่มที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส

4. การวิเคราะห์ *S. aureus* (BAM online, 2001)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัมด้วยเทคนิคปราศจากเชื้อ เทใส่ถุงพลาสติกปลอดเชื้อ เติมสารละลาย Butterfield's Phosphate-Buffered ปริมาณ 225 มิลลิลิตร นำไปตีป่นด้วยความเร็วสูงโดยใช้เครื่องตีป่นอาหารเป็นเวลา 2 นาที
2. ทำการเจือจางตัวอย่างถึงระดับความเจือจางที่ 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5} และ10^{-6} ด้วยสารละลาย Butterfield's Phosphate-Buffered
3. ปิเปตตัวอย่างอาหารใส่บนผิวหน้าอาหาร BPA จำนวน 3 จาน จานละ 0.1 มิลลิลิตร จากนั้นใช้แท่งแก้วงอที่ปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหาร ถ้าตัวอย่างยังซึมเข้าในผิวอาหารเลี้ยงเชื้อไม่หมด ให้ตั้งจานอาหาร BPA ไว้ในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยไม่ต้องคว่ำจานเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจึงคว่ำจานและบ่มต่อไปอีก 45 ถึง 48 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส
4. ตรวจดูโคโลนีบนจานอาหาร BPA เลือกจานที่มีโคโลนีน่าจะเป็นโคโลนีของ *S. aureus* จำนวน 25 ถึง 250 โคโลนี โคโลนีของ *S. aureus* จะมีลักษณะกลม ผิวเรียบ ชื้น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ถึง 3 มิลลิเมตร สีเทาถึงดำ มักมีสีอ่อนลงที่ขอบโคโลนี บริเวณรอบโคโลนีจะมีโซนขาวขุ่น (opaque zone) และบ่อยครั้งจะมีโซนใสล้อมรอบที่ขอบนอกด้วย บางครั้งอาจพบ *S. aureus* สายพันธุ์ที่ไม่ย่อยสลายไขมันที่มีลักษณะคล้ายกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ไม่มีโซนขาวขุ่นหรือโซนใสจากอาหารหลายชนิด รวมทั้งผลิตภัณฑ์นม สำหรับ *S. aureus* สายพันธุ์ที่แยกได้จากอาหารแช่แข็งหรืออาหารแห้งที่เก็บไว้นาน โคโลนีที่ขึ้นมักจะมีสีดำจางและอาจมีลักษณะเนื้อของโคโลนีที่แห้งหยาบ

5. ตรวจนับจำนวนโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าวแล้วจดบันทึกไว้ ในกรณีที่โคโลนีที่ขึ้นบนจานอาหารที่ระดับความเจือจางต่ำสุดโดยมีจำนวนน้อยกว่า 25 โคโลนี อาจใช้จานอาหารเหล่านี้ในการนับจำนวนโคโลนี โดยให้นับโคโลนีที่มีลักษณะต่างๆรวมทั้งโคโลนีที่น่าจะเป็นโคโลนีของ *S. aureus* และโคโลนีที่มีลักษณะอื่น โดยนับจำนวนโคโลนีแต่ละลักษณะและจดบันทึกจำนวนโคโลนีแต่ละลักษณะแยกกัน แต่ถ้าโคโลนีที่ขึ้นมีจำนวนมากกว่า 250 โคโลนีโดยมีลักษณะที่น่าจะเป็นโคโลนีของ *S. aureus* และไม่พบลักษณะนี้ที่ระดับความเจือจางสูงกว่า ให้นับจำนวนโคโลนีจากจานอาหารเหล่านี้โดยเลือกนับเฉพาะโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของ *S. aureus* เท่านั้น

5. การตรวจหาปริมาณ *B. cereus* (BAM online, 2001)

วิธีการตรวจนับจำนวนบนอาหารเลี้ยงเชื้อโดยตรง (Direct Plate Count Method)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัมด้วยเทคนิคปราศจากเชื้อ เทใส่ถุงพลาสติกปลอดเชื้อ เติมสารละลาย Butterfield's Phosphate-Buffered ปริมาณ 225 มิลลิลิตร นำไปตีป่นด้วยความเร็วสูงโดยใช้เครื่องตีป่นอาหารเป็นเวลา 2 นาที
2. ทำการเจือจางตัวอย่างต่อไปจนได้ 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5} และ 10^{-6}
3. ปิเปตตัวอย่างอาหารที่แต่ละระดับความเจือจางปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรใส่บนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol Egg Yolk Polymyxin (MYP) ระดับความเจือจางละ 3 จาน ใช้แท่งแก้วงอที่ปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ
4. คว่ำจานเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตโคโลนีที่ขึ้นโคโลนีของ *B. cereus* จะมีสีชมพูเหมือนสีของอาหารและสีชมพูจะเข้มขึ้นถ้าบ่มต่อไปและรอบโคโลนีจะมีโซนขาวขุ่น (opaque zone) เนื่องจากเชื้อสร้างเลซิทิเนสซึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับเลซิทินในไข่แดงทำให้เกิดตะกอนขุ่น ถ้าผลที่ได้ไม่ชัดเจน ให้บ่มต่อไปอีก 24 ชั่วโมง ก่อนนับจำนวนโคโลนี
5. เลือกจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีโคโลนีสีชมพูและมีโซนขาวขุ่นรอบโคโลนีประมาณ 15 ถึง 150 โคโลนี เขี่ยเชื้อจาก 5 โคโลนีหรือมากกว่า ลากลงบนผิวหน้าอาหารในหลอด NA slant นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อการตรวจยืนยันนับจำนวนโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าว
6. คำนวณหาจำนวนเซลล์ของ *B. cereus* ต่อกรัมของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจยืนยันทางชีวเคมี

นำเชื้อใน NA slant มาย้อมแกรม ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ *B. cereus* จะติดสีแกรมบวกมีรูปร่างท่อนขนาดใหญ่ ต่อกันเป็นสายยาว สปอร์เป็นรูปรี อยู่ตรงหรือค่อนไปทางปลายเซลล์เขี่ยเชื้อจากหลอด NA slant มา 1 ลูปเต็ม ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำมาเติมในอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อการทดสอบยืนยันดังนี้

1. Phenol Red Glucose Broth

เขี่ยเชื้อใส่ลงหลอดอาหาร Phenol Red Glucose Broth ปริมาตร 3 มิลลิลิตร นำไปบ่มในโถไร้อากาศ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เขย่าหลอดอย่างแรง สังเกตการเจริญจากความขุ่นที่เพิ่มขึ้นและสีเปลี่ยนไปจากสีแดงเป็นสีเหลือง ซึ่งชี้ให้เห็นถึงการสร้างกรดจากกลูโคสในสภาพไร้อากาศ อาจมีบางหลอดที่สีเปลี่ยนเพียงบางส่วนจากสีแดงเป็นสีส้มหรือเหลืองแม้แต่ในหลอดควบคุมที่ไม่ได้ใส่เชื้อเนื่องจากค่าพีเอชที่ลดลงจากการที่อาหารสัมผัสกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในโถไร้อากาศ ควรทดสอบควบคู่ไปกับเชื้อควบคุม

2. Nitrate Broth

เขี่ยเชื้อลงในหลอดอาหาร Nitrate Broth ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบไนไตรต์โดยการเติมสารทดสอบไนไตรต์ เอ และสารทดสอบไนไตรต์ ซี ลงในหลอดเลี้ยงเชื้อที่บ่มแล้ว ถ้าเกิดสีส้มภายใน 10 นาที แสดงว่า ไนเตรตได้ถูกรีดิวซ์เป็นไนไตรต์

3. MYP Agar

ใช้ปากกาขีดใต้จานอาหาร MYP Agar เพื่อแบ่งให้เป็น 6 ถึง 8 ช่องเท่าๆกัน แล้วเขี่ยเชื้อ 1 ลูปเต็ม แตะลงลงบนผิวหน้าอาหาร MYP นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจดูการสร้างเอนไซม์เลซิเนสโดยสังเกตรอยขาวขุ่นรอบโคโลนีที่ขึ้น ถ้าเชื้อที่เจริญมีสีของโคโลนีและสีของอาหารโดนรอบเป็นสีชมพู แสดงว่าไม่เกิดการหมักแมนนิทอล แต่ถ้ามีสีเหลืองแสดงว่าเกิดจากการหมักแมนิทอล โดยปกติ *B. cereus* มักจะสร้างเอนไซม์เลซิทิเนส และไม่หมักแมนนิทอลบนอาหาร MYP

4. Motility Test Medium (semisolid)

ใช้เข็มเขี่ยเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้วถ่ายเชื้อลงใน Motility Test Medium โดยแทงลงไปจนถึงก้นหลอด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตการเคลื่อนที่ตามรอยแทง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การวิเคราะห์ *Salmonella* spp. (ISO 6579, 2002)

วิธีการทดลอง

1. นำตัวอย่างปริมาณ 25 กรัม ใส่ใน Buffer Peptone Water (BPW) 225 มิลลิลิตร บ่มที่ 37±1 องศาเซลเซียส 18±2 ชั่วโมง
2. ถ่ายเชื้อ 0.1 มิลลิลิตร ลงอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิด คือ Rappaport-Vassiliadis Medium with Soya (RVS) Broth ที่มี 10 มิลลิลิตร บ่มที่ 41.5±1 องศาเซลเซียส 24±3 ชั่วโมง และ Muller-Kauffmann Tetrathionate-Novobiocin Broth (MKTTn) ที่มี 10 มิลลิลิตร บ่มที่ 37±1 องศาเซลเซียส 24±3 ชั่วโมง
3. ถ่ายเชื้อจาก RVS ลากลงบนอาหาร Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD) จำนวน 3 จาน บ่มที่ 37±1 องศาเซลเซียส 24±3 ชั่วโมง
4. พิจารณาลักษณะโคโลนีที่สงสัยของเชื้อ *Salmonella* spp. ที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD Agar จะมีรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ถึง 4 มิลลิเมตร สีใสมีตะกอนสีดำ

การตรวจยืนยันทางชีวเคมี

การทดสอบทางชีวเคมีของ *Salmonella* spp. อาศัยคุณลักษณะของแบคทีเรียชนิดนี้ในการสร้างไฮโดรเจนซัลไฟล์ การมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลซีนดีคาร์บอกซีเลส (Lysine Decarboxylase) และเอนไซม์ยูเรียเอส (Urease) และการที่เชื้อไม่สามารถสร้างกรดจากแลคโตสและซูโครส สำหรับการทดสอบทางชีวเคมีเบื้องต้น เพื่อแยกความแตกต่างและคัดเลือกแบคทีเรียที่สงสัยว่าเป็น *Salmonella* spp. นิยมใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิด คือ 1) Triple Sugar Iron (TSI) Agar ใช้ในการทดสอบความสามารถในกาสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ การใช้กลูโคส แลคโตส และซูโคลส และ 2) Lysine Indole Motility (LIM) หรืออาจใช้ Lysine Iron Agar (LIA) ในการทดสอบการดีคาร์บอกซิเลตไลซีน การสร้างอินโดล และการเคลื่อนที่

วิธีการทดสอบ

1. ใช้เข็มเขี่ยเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้วและแตะตรงกลางโคโลนีเบาๆ ถ่ายเชื้อลงใน Triple Sugar Iron (TSI) Slant โดยลากที่ผิวหน้าของ slant และแทงลงไปจนถึงก้นหลอด จากนั้นใช้เข็มอันเดิมไม่ต้องเผาไฟ แทงลงในอาหาร Lysine Iron Agar (LIA) ถึงก้นหลอด 2 ครั้งแล้วลากที่ส่วนของผิวลาดเอียง เนื่องจากปฏิกิริยา lysine Decarboxylation เป็นปฏิกิริยาที่เกิดในสภาพไร้อากาศอย่างแท้จริง อาหาร LIA Slant จะต้องมีส่วนของก้นหลอดที่ลึก เก็บจานอาหารที่มีโคโลนีที่เขี่ยเชื้อแล้วไว้ที่อุณหภูมิ 5 ถึง 8 องศาเซลเซียส

2. นำหลอดอาหาร TSI และ LIA ที่ถ่ายเชื้อแล้วไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมงปิดฝาหลอดไว้อย่างหลวมๆเพื่อให้อยู่ในสภาวะที่มีอากาศขณะบ่ม เพื่อป้องกันการสร้างไฮโดรเจนซัลไฟล์ที่มากเกินไป ปกติเชื้อ *Salmonella* spp. ที่เพาะเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้ในหลอดอาหาร TSI จะทำให้บริเวณที่ลาดเอียงเป็นด่าง คือมีสีแดง และส่วนของก้นหลอดเป็นกรด คือมีสีเหลือง โดยมีหรือไม่มีการสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ถ้าอาหารมีสีดำแสดงว่ามีการสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์) ส่วนในหลอดอาหาร LIA เชื้อ *Salmonella* spp. โดยทั่วไปจะทำให้เกิด alkaline reaction (เกิดสีม่วง) ที่ส่วนของก้นหลอด แต่ถ้าก้นหลอดเกิดสีเหลือง แสดงว่าเกิด acidic reaction (ให้ผลลบ) *Salmonella* spp. ส่วนใหญ่สร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์บนอาหาร LIA เชื้อที่ไม่ใช่ *Salmonella* spp.บางชนิดให้ปฏิกิริยาสีแดงอิฐที่ส่วนของ LIA slant

7. การวิเคราะห์ *C. perfringens* (BAM, 2001)

วิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 การสุ่มตัวอย่างอาหาร ทำโดยสุ่มตัวอย่าง 25 กรัมต่อถ้วย

ขั้นตอนที่ 2 การขนส่งและเก็บรักษาตัวอย่าง

นำตัวอย่างมายังห้องปฏิบัติการ และตรวจวิเคราะห์โดยทันทีถ้าเป็นไปได้ เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จนกระทั่งวิเคราะห์หรือถ้าไม่สามารถวิเคราะห์ได้ภายใน 8 ชั่วโมงนับตั้งแต่เก็บตัวอย่าง ให้เติมสารละลายบัพเฟอร์กลีเซอรีนซอลท์ลงไปแล้วนำไปแช่แข็งทันทีที่อุณหภูมิ -70 ถึง -90 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงส่งตัวอย่างแช่น้ำแข็งแห้งไปยังห้องปฏิบัติการ

การเตรียมตัวอย่างเพื่อเก็บรักษาหรือเพื่อขนส่งทำด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ โดยใส่ตัวอย่างอาหารที่จะวิเคราะห์ 25 กรัม ลงในภาชนะบรรจุปราศจากเชื้อขนาด 150 มิลลิลิตร เติมสารละลายบัพเฟอร์กลีเซอรีนซอลท์ 25 มิลลิลิตรลงไป ผสมให้เข้ากันกับตัวอย่างอาหาร นำไปแช่แข็งทันทีที่อุณหภูมิ -70 ถึง -90 องศาเซลเซียส เก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่แข็งนี้ จนกระทั่งวิเคราะห์ (ไม่ควรเก็บไว้นานเกินไป ควรทำภายใน 2 ถึง 3 วัน) ถ้าหากต้องขนส่งไปยังห้องปฏิบัติการ ให้บรรจุตัวอย่างลงในภาชนะ เช่น กระป๋องโลหะเล็กๆ มีฝาปิด เติมน้ำแข็งแห้งเพื่อรักษาอุณหภูมิให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เมื่อจะวิเคราะห์ให้นำตัวอย่างที่เก็บไว้มาละลายน้ำแข็งก่อนที่จะถ่ายตัวอย่างไปยังภาชนะปลอดเชื้อและเติมสารละลายทำเจือจางเพื่อตีป่นให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วทำการวิเคราะห์ตามขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจหาเชื้อ *C. perfringens*

1. ทำการชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ด้วยเทคนิคปราศจากเชื้อ ใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ แล้วเติมสารละลายเปปโตนความเข้มข้น ร้อยละ 0.1 ปริมาณ 255 มิลลิลิตร (ระดับความเจือจาง 10^{-1}) นำไปตีป่นด้วยเครื่องตีป่นอาหารเป็นเวลา 1 ถึง 2 นาที ด้วยความเร็วต่ำเพื่อให้อาหารเข้ากันเป็นเนื้อเดียว โดยมีอากาศผสมลงไปน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
2. ทำการเจือจางตัวอย่างต่อไปให้ได้ระดับความเจือจางที่ 10^{-2} และ 10^{-3} โดยใช้สารละลายเปปโตน ความเข้มข้น ร้อยละ 0.1
3. ปิเปตตัวอย่างที่แต่ละระดับความเจือจางปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงบนผิวหน้าอาหาร Tryptose Sulfite Cycloserine (TSC) Agar ที่เติมไข่แดง ใช้แท่งแก้วงอปราศจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวอาหาร ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที เพื่อให้ตัวอย่างซึมเข้าในอาหาร จากนั้นจึงเทอาหาร TSC ที่ไม่ได้เติมไข่แดงปริมาตร 10 มิลลิลิตร ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ทับลงไปในจานเดียวกัน ทิ้งไว้ให้แข็ง นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดไปวางในโถไร้อากาศโดยไม่ต้องคว่ำจาน จากนั้นทำให้เกิดสภาพไร้อากาศ

4. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โคโลนีของ *C. perfringens* บนอาหาร TSC จะมีสีดำและมีรอยขาวขุ่น (opaque white zone) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ถึง 4 มิลลิเมตรโดยรอบโคโลนี เนื่องจากเชื้อชนิดนี้สร้างเอนไซม์เลซิทิเนสย่อยสลายเลซิทินในไข่แดง ตรวจนับโคโลนีในจานอาหารที่มีโคโลนีสีดำ 25 ถึง 250 โคโลนี ควรใช้เครื่องนับโคโลนี (Quebec Colony Counter) โดยวางกระดาษทิชชูปกคลุมบริเวณที่จะนับ นับโคโลนีสีดำ คำนวณหาจำนวน clostridria ต่อกรัมของตัวอย่าง เก็บจานอาหาร TSC ที่นับเชื้อแล้วไว้เพื่อการจำแนกชนิด
5. ขณะเดียวกัน ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงในอาหาร Chopped Liver Broth หรืออาจใช้ Cooked Meat Medium (CMM) ที่ผ่านการต้มไล่อากาศในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที แล้วทำให้เย็นอย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องเขย่าหลอด ประมาณ 3 ถึง 4 หลอด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ถึง 48 ชั่วโมง

หมายเหตุ: ขั้นนี้จะทำต่อไปก็ต่อเมื่อตรวจไม่พบการเจริญของ *C. perfringens* บน TSC ฉะนั้นถ้าผลการตรวจสอบบน TSC เป็นบวก คือ พบโคโลนีสีดำ ก็ไม่จำเป็นต้องสนใจผลในอาหาร CMM

6. ตรวจการเจริญในอาหาร CMM แล้วเขี่ยเชื้อจากก้นหลอด CMM ลากลงบนอาหาร TSC ที่เติมไข่แดง บ่มในโถไร้อากาศที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจดูโคโลนีที่น่าจะเป็น *C. perfringens*

8. การย้อมแกรม

วิธีการทดลอง

1. สเมียร์เชื้อเป็นฟิล์มบางๆ บนสไลด์ ทิ้งให้แห้งบนอากาศ ตรึงเซลล์โดยผ่านเปลวไฟ 2 ถึง 3 ครั้ง
2. หยดคริสตัลไวโอเลต (Crystal Violet) ให้ท่วมรอยสเมียร์ ทิ้งไว้ 1 นาที
3. เปิดก๊อกน้ำให้ไหลเบาๆ ล้างรอยสเมียร์ด้วยน้ำ นาน 5 วินาที
4. ล้างรอยสเมียร์ด้วยน้ำยาแกรมไอโอดีน (Gram's Iodine) เทส่วนเกินทิ้งไป แล้วเทน้ำยาแกรมไอโอดีนให้ท่วมรอยสเมียร์อีกครั้ง ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที
5. ล้างด้วยน้ำอีกครั้ง เช่นเดียวกับข้อ 3
6. หยดสารละลายเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 30 วินาที เพื่อชะล้างสีบนรอยสเมียร์
7. ล้างด้วยน้ำอีกครั้ง เช่นเดียวกับข้อ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. หยดซาฟรานิน (Safranin) ให้ท่วมรอยสเมียร์ ทิ้งไว้ 1 นาที
9. ล้างด้วยน้ำอีกครั้ง เช่นเดียวกับข้อ 3
10. ทิ้งไว้ให้แห้งในอากาศ ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1,000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การตรวจสอบลักษณะภายนอก และ ลักษณะทั่วไปของบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบลักษณะภายนอก และลักษณะทั่วไปของบรรจุภัณฑ์

1. การตรวจลักษณะภายนอกของบรรจุภัณฑ์

1.1 ตรวจสอบลักษณะภายนอกของกระป๋อง และทำเครื่องหมายไว้บนบรรจุภัณฑ์

1.2 ตรวจสอบความผิดปกติภายนอกของบรรจุภัณฑ์ เช่น บวม บุบ เป็นสนิม เป็นต้น (ถ้าบรรจุภัณฑ์บวมไม่ต้องอบและไม่ต้องวิเคราะห์ถือว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐาน)

2. ตรวจสอบลักษณะทั่วไป

2.1 ในกรณีที่บรรจุภัณฑ์บวม หรือมีลักษณะผิดปกติเกิดขึ้นระหว่างการอบเพาะเชื้อ ไม่ต้องนำมาวิเคราะห์ (ถือว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐาน)

2.2 เช็ดตัวอย่างให้สะอาดด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 เปิดบรรจุภัณฑ์ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อเปิดให้กว้างพอที่จะนำอาหารออกมาวิเคราะห์ได้

2.3 ดูลักษณะอาหารทั่วไป ดังนี้

1) สี
2) กลิ่น
3) ลักษณะอาหาร
4) วัดค่าพีเอช

ถ้าอาหารมีลักษณะดังกล่าวข้างต้นเปลี่ยนไปจากเดิมจนผิดปกติอย่างเห็นได้ชัด ให้ถือว่าผลิตภัณฑ์อาหารไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

2.4 ถ้าอาหารผ่านการตรวจสอบตาม ข้อ 2.3 แล้วไม่ผิดปกติ ให้นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

แบบประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยใช้สเกลแบบ Hedonic Scaling 9 Point

การให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic Scaling 9 Point เป็นวิธีการทดสอบที่อ้างถึงความพอใจทางจิตวิทยาและลำดับของความไม่พอใจของผู้บริโภค ซึ่งได้แสดงถึงว่าเป็นวิธีจำเพาะของการลำดับสเกลเพื่อวัดสภาวะทางจิตวิทยาโดยตรง วิธีดังกล่าวเป็นการวัดการยอมรับอย่างแท้จริงจากปฏิกิริยาของผู้บริโภคในเทอมของระดับการชอบหรือไม่ชอบของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดให้ภายใต้สภาวะที่กำหนดไว้ ดังตัวอย่างแบบสอบถามคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส (Amerine *et al.,* 1965)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบประเมินทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ : ซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ชื่อ..... วันที่.....

คำแนะนำ : ผลิตภัณฑ์ 4 ตัวอย่าง กรุณาชิมทีละตัวอย่างตามลำดับจากซ้ายไปขวา แล้วใส่คะแนนลงในช่องว่างให้ตรงกับระดับความชอบของท่าน และกรุณาดื่มน้ำทุกครั้งก่อนชิมตัวอย่างถัดไปการให้คะแนนถือหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

ชอบมากที่สุด	9	คะแนน	ไม่ชอบเล็กน้อย	4	คะแนน
ชอบมาก	8	คะแนน	ไม่ชอบปานกลาง	3	คะแนน
ชอบปานกลาง	7	คะแนน	ไม่ชอบมาก	2	คะแนน
ชอบเล็กน้อย	6	คะแนน	ไม่ชอบมากที่สุด	1	คะแนน
เฉยๆ	5	คะแนน			

คุณลักษณะ	**รหัสคะแนนของตัวอย่าง**			
	Pt13	Gd12	Ko13	Fd14
ลักษณะปรากฏ				
สี				
รสหวาน				
รสเผ็ด				
กลิ่น				
รสชาติ				
ความข้นหนืด				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ :

.....

.....

ขอบคุณค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบประเมินทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ : ซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ชื่อ..... วันที่.....

คำแนะนำ : มีผลิตภัณฑ์อยู่ 1 ตัวอย่างที่ทำการให้รหัสแล้ว กรุณาชิมตัวอย่าง แล้วใส่คะแนนลงในช่องว่างให้ตรงกับระดับความชอบของท่าน และกรุณาดื่มน้ำก่อนชิมตัวอย่าง การให้คะแนนถือหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

ชอบมากที่สุด	9	คะแนน	ไม่ชอบเล็กน้อย	4	คะแนน
ชอบมาก	8	คะแนน	ไม่ชอบปานกลาง	3	คะแนน
ชอบปานกลาง	7	คะแนน	ไม่ชอบมาก	2	คะแนน
ชอบเล็กน้อย	6	คะแนน	ไม่ชอบมากที่สุด	1	คะแนน
เฉยๆ	5	คะแนน			

คุณลักษณะ	**รหัสของตัวอย่าง**
	173
ลักษณะปรากฏ	
สี	
รสหวาน	
รสเผ็ด	
กลิ่น	
รสชาติ	
ความข้นหนืด	
ความชอบโดยรวม	

ข้อเสนอแนะ :

.....

.....

ขอบคุณค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

ตาราง MPN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ช1 ค่าเอ็มพีเอ็นต่อกรัมของตัวอย่างและค่า Confidence Intervals ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับการวิเคราะห์ที่ใช้อาหารเหลว 3 หลอด ที่แต่ละระดับความเจือจาง ซึ่งมีปริมาณ ตัวอย่าง 0.1, 0.01 และ 0.001 กรัม

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก			MPN/g	Confidence limit		จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก			MPN/g	Confidence limit	
0.1	0.01	0.001		ต่ำ	สูง	0.1	0.01	0.001		ต่ำ	สูง
0	0	0	<3.0	--	9.5	2	2	0	21	4.5	42
0	0	1	3.0	0.15	9.6	2	2	1	28	8.7	94
0	1	0	3.0	0.15	11	2	2	2	35	8.7	94
0	1	1	6.1	1.2	18	2	3	0	29	8.7	94
0	2	0	6.2	1.2	18	2	3	1	36	8.7	94
0	3	0	9.4	3.6	38	3	0	0	23	4.6	94
1	0	0	3.6	0.17	18	3	0	1	38	8.7	110
1	0	1	7.2	1.3	18	3	0	2	64	17	180
1	0	2	11	3.6	38	3	1	0	43	9	180
1	1	0	7.4	1.3	20	3	1	1	75	17	200
1	1	1	11	3.6	38	3	1	2	120	37	420
1	2	0	11	3.6	42	3	1	3	160	40	420
1	2	1	15	4.5	42	3	2	0	93	18	420
1	3	0	16	4.5	42	3	2	1	150	37	420
2	0	0	9.2	1.4	38	3	2	2	210	40	430
2	0	1	14	3.6	42	3	2	3	290	90	1000
2	0	2	20	4.5	42	3	3	0	240	42	1000
2	1	0	15	3.7	42	3	3	1	460	90	2000
2	1	1	20	4.5	42	3	3	2	1100	180	4100
2	1	2	27	8.7	94	3	3	3	>1100	420	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

ผลการส่งตรวจวิเคราะห์

Clostridium perfringens

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 688 -3 Ext. 209
http://www.centrallabthai.com
Accreditation No. 1051/47

วันที่ออก : 20 กุมภาพันธ์ 2560
เลขที่รายงาน : TRBK60/06829
หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	รศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
รายละเอียดตัวอย่าง	ซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว
รหัสตัวอย่าง	BK60/03569-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : ซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว ภาชนะบรรจุ : ถ้วยพลาสติก, จำนวน : 3 ถ้วย, น้ำหนัก/ปริมาตร : 170 กรัม/ถ้วย. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	15 กุมภาพันธ์ 2560
วันที่ทดสอบ	15 กุมภาพันธ์ 2560 - 20 กุมภาพันธ์ 2560

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Clostridium perfringens	<10	cfu/g	-	FDA BAM, 2001 (Chapter 16)

อนุมัติผลโดย
(นายสมชัย ศรีเรือง)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-001-R02(21/08/51)P1/1

รูปภาคผนวก ซ1 ผลการส่งตรวจวิเคราะห์ *C. perfringens*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฌ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ทางสถิติของของวัตถุดิบหลักที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัว

ตารางภาคผนวก ฌ1 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของวัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตซอสเครื่องเทศ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Total	1	3	1.6067	.22234	.12837	1.0544	2.1590	1.35	1.74
	2	3	.2677	.00850	.00491	.2465	.2888	.26	.28
	3	3	3.9267	.80227	.46319	1.9337	5.9196	3.40	4.85
	4	3	1.3000	.31765	.18339	.5109	2.0891	1.03	1.65
	Total	12	1.7752	1.44773	.41792	.8554	2.6951	.26	4.85
Yeast And mold	1	3	9.0333	.41633	.24037	7.9991	10.0676	8.70	9.50
	2	3	.3400	.08544	.04933	.1278	.5522	.26	.43
	3	3	32.0667	1.17189	.67659	29.1555	34.9778	31.20	33.40
	4	3	6.7333	.40415	.23333	5.7294	7.7373	6.30	7.10
	Total	12	12.0433	12.53689	3.61909	4.0778	20.0089	.26	33.40
Bacillus cereus	1	3	10.0000	.00000	.00000	10.0000	10.0000	10.00	10.00
	2	3	10.0000	.00000	.00000	10.0000	10.0000	10.00	10.00
	3	3	10.0000	.00000	.00000	10.0000	10.0000	10.00	10.00
	4	3	10.0000	.00000	.00000	10.0000	10.0000	10.00	10.00
	Total	12	10.0000	.00000	.00000	10.0000	10.0000	10.00	10.00

หมายเหตุ Type 1 หมายถึง ข้าวลืมผัว
Type 2 หมายถึง หอมแดง
Type 3 หมายถึง พริกเล็ก
Type 4 หมายถึง พริกใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฌ2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของวัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตซอสเครื่องเทศ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Total	Between Groups	21.467	3	7.156	36.047	.000
	Within Groups	1.588	8	.199		
	Total	23.055	11			
Yeast And mold	Between Groups	1725.474	3	575.158	1339.680	.000
	Within Groups	3.435	8	.429		
	Total	1728.909	11			
Bacillus cereus	Between Groups	.000	3	.000	.	.
	Within Groups	.000	8	.000		
	Total	.000	11			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ตารางภาคผนวก ฌ3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของวัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตซอสเครื่องเทศ

Total

Duncan[a]

Type	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	3	.2677		
4	3		1.3000	
1	3		1.6067	
3	3			3.9267
Sig.		1.000	.424	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ณ4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของวัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตซอสเครื่องเทศ

Yeast and mold

Duncan[a]

Type	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
2	3	.3400			
4	3		6.7333		
1	3			9.0333	
3	3				32.0667
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.

2. การวิเคราะห์ทางสถิติของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

2.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณภาพทางกายภาพ

2.1.1 การวิเคราะห์ค่าความหนืดของซอสเครื่องเทศที่ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ตารางภาคผนวก ณ5 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าความหนืด

Descriptives

ค่าความหนืด

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	3450.5133	30.07283	17.36256	3375.8083	3525.2184	3419.27	3479.26
2	3	3549.2400	19.24351	11.11024	3501.4365	3597.0435	3527.99	3565.49
3	3	3701.7100	13.16957	7.60345	3668.9950	3734.4250	3689.21	3715.46
4	3	7325.9333	32.68601	18.87127	7244.7368	7407.1299	7288.44	7348.43
Total	12	4506.8492	1702.67354	491.51951	3425.0220	5588.6763	3419.27	7348.43

หมายเหตุ series 1 หมายถึง ซอสเครื่องเทศสูตร 1 series 2 หมายถึง ซอสเครื่องเทศสูตร 2 series 3 หมายถึง ซอสเครื่องเทศสูตร 3 series 4 หมายถึง ซอสเครื่องเทศสูตร 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฌ6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าความหนืด

ANOVA

ค่าความหนืด

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	31885035.976	3	10628345.325	16893.853	.000
Within Groups	5033.000	8	629.125		
Total	31890068.976	11			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ตารางภาคผนวก ฌ7 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าความหนืด

ค่าความหนืด

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1	3	3450.5133			
2	3		3549.2400		
3	3			3701.7100	
4	3				7325.9333
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.

2.1.2 การวิเคราะห์ค่าสีของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ตารางภาคผนวก ฌ8 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าสี $L^*a^*b^*$

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
L*	1	3	15.2567	.01528	.00882	15.2187	15.2946	15.24	15.27
	2	3	14.3533	.02309	.01333	14.2960	14.4107	14.34	14.38
	3	3	13.8867	.00577	.00333	13.8723	13.9010	13.88	13.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
L*	4	3	13.8800	.01000	.00577	13.8552	13.9048	13.87	13.89
	Total	12	14.3442	.58576	.16909	13.9720	14.7163	13.87	15.27
a*	1	3	4.0900	.05000	.02887	3.9658	4.2142	4.04	4.14
	2	3	1.2800	.06000	.03464	1.1310	1.4290	1.22	1.34
	3	3	1.5133	.20429	.11795	1.0059	2.0208	1.28	1.66
	4	3	1.1767	.22121	.12771	.6272	1.7262	.97	1.41
	Total	12	2.0150	1.26471	.36509	1.2114	2.8186	.97	4.14
b*	1	3	5.7467	.02517	.01453	5.6842	5.8092	5.72	5.77
	2	3	3.9167	.01528	.00882	3.8787	3.9546	3.90	3.93
	3	3	3.5067	.05132	.02963	3.3792	3.6341	3.45	3.55
	4	3	3.3333	.05774	.03333	3.1899	3.4768	3.30	3.40
	Total	12	4.1258	1.00275	.28947	3.4887	4.7629	3.30	5.77

ตารางภาคผนวก ฌ9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าสี L*a*b*

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L*	Between Groups	3.772	3	1.257	5588.877	.000
	Within Groups	.002	8	.000		
	Total	3.774	11			
a*	Between Groups	17.401	3	5.800	239.765	.000
	Within Groups	.194	8	.024		
	Total	17.595	11			
b*	Between Groups	11.047	3	3.682	2155.478	.000
	Within Groups	.014	8	.002		
	Total	11.060	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ตารางภาคผนวก ฌ10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่า L*

L*

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4	3	13.8800		
3	3	13.8867		
2	3		14.3533	
1	3			15.2567
Sig.		.601	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวก ฌ11 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่า a*

a*

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4	3	1.1767		
2	3	1.2800	1.2800	
3	3		1.5133	
1	3			4.0900
Sig.		.439	.103	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ณ12 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่า b*

b*

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
4	3	3.3333			
3	3		3.5067		
2	3			3.9167	
1	3				5.7467
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.

2.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณภาพทางเคมี

2.2.1 การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระของซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ตารางภาคผนวก ณ13 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าปริมาณน้ำอิสระ

Descriptives

aw

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	.9483	.00058	.00033	.9469	.9498	.95	.95
2	3	.9553	.00058	.00033	.9539	.9568	.96	.96
3	3	.9830	.00866	.00500	.9615	1.0045	.97	.99
4	3	.9763	.00058	.00033	.9749	.9778	.98	.98
Total	12	.9658	.01542	.00445	.9560	.9755	.95	.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฌ14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าปริมาณน้ำอิสระ

ANOVA

aw

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.002	3	.001	43.232	.000
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.003	11			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ตารางภาคผนวก ฌ15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าปริมาณน้ำอิสระ

aw

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	3	.9483	
2	3	.9553	
4	3		.9763
3	3		.9830
Sig.		.085	.098

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2.2.2 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง (พีเอช) ของซอสเครื่องเทศก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ตารางภาคผนวก ฌ16 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าความเป็นกรดด่าง

Descriptives

pH

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	5.1167	.06110	.03528	4.9649	5.2684	5.05	5.17
2	3	5.1767	.00577	.00333	5.1623	5.1910	5.17	5.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
3	3	5.1933	.01155	.00667	5.1646	5.2220	5.18	5.20
4	3	5.1600	.01000	.00577	5.1352	5.1848	5.15	5.17
Total	12	5.1617	.04019	.01160	5.1361	5.1872	5.05	5.20

ตารางภาคผนวก ฌ17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าความเป็นกรดด่าง

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.010	3	.003	3.256	.081
Within Groups	.008	8	.001		
Total	.018	11			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ตารางภาคผนวก ฌ18 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากค่าความเป็นกรดด่าง

pH

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	3	5.1167	
4	3	5.1600	5.1600
2	3	5.1767	5.1767
3	3		5.1933
Sig.		.056	.251

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณภาพทางชีวภาพ

ตารางภาคผนวก ฌ19 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของซอสเครื่องเทศ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
total	1	3	.7500	.25239	.14572	.1230	1.3770	.58	1.04
	2	3	1.0667	.40067	.23132	.0714	2.0620	.76	1.52
	3	3	8.5000	1.40000	.80829	5.0222	11.9778	7.10	9.90
	4	3	15.3333	3.65011	2.10739	6.2659	24.4007	12.70	19.50
	Total	12	6.4125	6.50005	1.87640	2.2826	10.5424	.58	19.50
Yeast and mold	1	3	2.5000	.00000	.00000	2.5000	2.5000	2.50	2.50
	2	3	2.5000	.00000	.00000	2.5000	2.5000	2.50	2.50
	3	3	3.7000	.62450	.36056	2.1487	5.2513	3.20	4.40
	4	3	4.1333	.81445	.47022	2.1101	6.1565	3.20	4.70
	Total	12	3.2083	.87434	.25240	2.6528	3.7639	2.50	4.70

ตารางภาคผนวก ฌ20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของซอสเครื่องเทศ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
total	Between Groups	433.742	3	144.581	37.293	.000
	Within Groups	31.015	8	3.877		
	Total	464.757	11			
Yeast and mold	Between Groups	6.303	3	2.101	7.978	.009
	Within Groups	2.107	8	.263		
	Total	8.409	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ตารางภาคผนวก ฌ21 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของซอสเครื่องเทศ

total

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1	3	.7500		
2	3	1.0667		
3	3		8.5000	
4	3			15.3333
Sig.		.849	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวก ฌ22 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนยีสต์และราของซอสเครื่องเทศ

Yeast and mold

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	3	2.5000	
2	3	2.5000	
3	3		3.7000
4	3		4.1333
Sig.		1.000	.331

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ตารางภาคผนวก ฌ23 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
appear	1	30	5.90	2.171	.396	5.09	6.71	1	9
	2	30	6.90	1.668	.305	6.28	7.52	2	9
	3	30	6.10	1.863	.340	5.40	6.80	2	9
	4	30	5.27	2.164	.395	4.46	6.07	1	9
	Total	120	6.04	2.039	.186	5.67	6.41	1	9
color	1	30	6.27	2.180	.398	5.45	7.08	2	9
	2	30	6.97	1.450	.265	6.43	7.51	3	9
	3	30	6.03	1.542	.282	5.46	6.61	3	9
	4	30	5.13	2.270	.414	4.29	5.98	1	9
	Total	120	6.10	1.985	.181	5.74	6.46	1	9
sweet	1	30	4.57	2.128	.389	3.77	5.36	1	9
	2	30	3.97	2.109	.385	3.18	4.75	1	8
	3	30	4.97	2.025	.370	4.21	5.72	2	9
	4	30	4.83	2.102	.384	4.05	5.62	1	8
	Total	120	4.58	2.101	.192	4.20	4.96	1	9
spicy	1	30	5.93	2.033	.371	5.17	6.69	2	9
	2	30	5.10	2.023	.369	4.34	5.86	1	8
	3	30	5.10	1.882	.344	4.40	5.80	1	8
	4	30	5.23	1.995	.364	4.49	5.98	1	8
	Total	120	5.34	1.989	.182	4.98	5.70	1	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
smell	1	30	6.07	2.449	.447	5.15	6.98	1	9
	2	30	5.43	2.373	.433	4.55	6.32	1	9
	3	30	5.20	2.058	.376	4.43	5.97	1	9
	4	30	4.90	2.264	.413	4.05	5.75	1	8
	Total	120	5.40	2.302	.210	4.98	5.82	1	9
test	1	30	5.60	1.714	.313	4.96	6.24	1	9
	2	30	5.70	1.725	.315	5.06	6.34	2	9
	3	30	5.33	1.605	.293	4.73	5.93	3	8
	4	30	5.40	1.812	.331	4.72	6.08	2	9
	Total	120	5.51	1.700	.155	5.20	5.82	1	9
sticky	1	30	6.20	1.750	.319	5.55	6.85	3	9
	2	30	6.53	1.676	.306	5.91	7.16	2	9
	3	30	6.77	1.165	.213	6.33	7.20	4	8
	4	30	6.50	1.503	.274	5.94	7.06	3	9
	Total	120	6.50	1.534	.140	6.22	6.78	2	9
liking	1	30	6.00	1.682	.307	5.37	6.63	2	9
	2	30	5.77	1.478	.270	5.21	6.32	3	9
	3	30	5.70	1.418	.259	5.17	6.23	3	8
	4	30	6.20	1.562	.285	5.62	6.78	4	9
	Total	120	5.92	1.532	.140	5.64	6.19	2	9

ตารางภาคผนวก ฌ24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
appear	Between Groups	40.825	3	13.608	3.477	.018
	Within Groups	453.967	116	3.914		
	Total	494.792	119			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
color	Between Groups	51.533	3	17.178	4.775	.004
	Within Groups	417.267	116	3.597		
	Total	468.800	119			
sweet	Between Groups	17.700	3	5.900	1.349	.262
	Within Groups	507.467	116	4.375		
	Total	525.167	119			
spicy	Between Groups	14.358	3	4.786	1.216	.307
	Within Groups	456.633	116	3.936		
	Total	470.992	119			
smell	Between Groups	22.067	3	7.356	1.402	.246
	Within Groups	608.733	116	5.248		
	Total	630.800	119			
test	Between Groups	2.625	3	.875	.297	.827
	Within Groups	341.367	116	2.943		
	Total	343.992	119			
sticky	Between Groups	4.867	3	1.622	.684	.564
	Within Groups	275.133	116	2.372		
	Total	280.000	119			
liking	Between Groups	4.700	3	1.567	.662	.577
	Within Groups	274.467	116	2.366		
	Total	279.167	119			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ตารางภาคผนวก ณ25 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากลักษณะปรากฏ

appear

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
4	30	5.27	
1	30	5.90	5.90
3	30	6.10	6.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	30		6.90
Sig.		.126	.066

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวก ฌ26 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากสี

color

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
4	30	5.13	
3	30	6.03	6.03
1	30		6.27
2	30		6.97
Sig.		.069	.073

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวก ฌ27 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากความหวาน

sweet

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2	30	3.97
1	30	4.57
4	30	4.83
3	30	4.97
Sig.		.093

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฌ28 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากความเผ็ด

spicy

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2	30	5.10
3	30	5.10
4	30	5.23
1	30	5.93
Sig.		.142

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวก ฌ29 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากกลิ่น

smell

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05
		1
4	30	4.90
3	30	5.20
2	30	5.43
1	30	6.07
Sig.		.073

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฌ30 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากรสชาติ

test

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05
		1
3	30	5.33
4	30	5.40
1	30	5.60
2	30	5.70
Sig.		.458

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวก ฌ31 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากความข้นหนืด

sticky

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05
		1
1	30	6.20
4	30	6.50
2	30	6.53
3	30	6.77
Sig.		.199

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฌ32 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศ โดยประเมินจากความชอบโดยรวม

liking

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05
		1
3	30	5.70
2	30	5.77
1	30	6.00
4	30	6.20
Sig.		.258

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

3. การวิเคราะห์ทางสถิติของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

3.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 การวิเคราะห์ค่าความหนืดของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ตารางภาคผนวก ฌ33 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าความหนืด

Descriptives

ค่าความหนืด

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	3701.7100	13.16957	7.60345	3668.9950	3734.4250	3689.21	3715.46
2	3	4580.2733	71.74235	41.42047	4402.0555	4758.4912	4536.53	4663.07
3	3	3701.7100	13.16957	7.60345	3668.9950	3734.4250	3689.21	3715.46
5	3	4580.2733	71.74235	41.42047	4402.0555	4758.4912	4536.53	4663.07
Total	12	4140.9917	460.91827	133.05564	3848.1382	4433.8452	3689.21	4663.07

หมายเหตุ series 3 หมายถึง ซอสเครื่องเทศสูตร 3 ก่อนผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง
series 5 หมายถึง ซอสเครื่องเทศสูตร 3 หลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฌ34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าความหนืด

ANOVA

ค่าความหนืด

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2315620.592	3	771873.531	290.156	.000
Within Groups	21281.610	8	2660.201		
Total	2336902.202	11			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ตารางภาคผนวก ฌ35 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าความหนืด

ค่าความหนืด

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	3	3701.7100	
3	3	3701.7100	
2	3		4580.2733
5	3		4580.2733
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การวิเคราะห์ค่าความสีของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ตารางภาคผนวก ฌ36 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าสี $L^*a^*b^*$

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
L*	1	3	13.8867	.00577	.00333	13.8723	13.9010	13.88	13.89
	2	3	13.1633	.17898	.10333	12.7187	13.6079	13.01	13.36
	3	3	13.8867	.00577	.00333	13.8723	13.9010	13.88	13.89
	5	3	13.1633	.17898	.10333	12.7187	13.6079	13.01	13.36
	Total	12	13.5250	.39288	.11341	13.2754	13.7746	13.01	13.89
a*	1	3	1.5133	.20429	.11795	1.0059	2.0208	1.28	1.66
	2	3	4.6600	.14107	.08145	4.3096	5.0104	4.53	4.81
	3	3	1.5133	.20429	.11795	1.0059	2.0208	1.28	1.66
	5	3	4.6600	.14107	.08145	4.3096	5.0104	4.53	4.81
	Total	12	3.0867	1.65010	.47634	2.0382	4.1351	1.28	4.81
b*	1	3	3.5067	.05132	.02963	3.3792	3.6341	3.45	3.55
	2	3	3.5067	.10786	.06227	3.2387	3.7746	3.43	3.63
	3	3	3.5067	.05132	.02963	3.3792	3.6341	3.45	3.55
	5	3	3.5067	.10786	.06227	3.2387	3.7746	3.43	3.63
	Total	12	3.5067	.07203	.02079	3.4609	3.5524	3.43	3.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฌ37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าสี L*a*b*

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L*	Between Groups	1.570	3	.523	32.633	.000
	Within Groups	.128	8	.016		
	Total	1.698	11			
a*	Between Groups	29.705	3	9.902	321.304	.000
	Within Groups	.247	8	.031		
	Total	29.951	11			
b*	Between Groups	.000	3	.000	.000	1.000
	Within Groups	.057	8	.007		
	Total	.057	11			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ตารางภาคผนวก ฌ38 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่า L*

L*

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	3	13.1633	
5	3	13.1633	
1	3		13.8867
3	3		13.8867
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ณ39 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่า a*

a*

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	3	1.5133	
3	3	1.5133	
2	3		4.6600
5	3		4.6600
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวก ณ40 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางกายภาพของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่า b*

b*

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05
		1
1	3	3.5067
2	3	3.5067
3	3	3.5067
5	3	3.5067
Sig.		1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณภาพทางเคมี

3.2.1 การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ตารางภาคผนวก ฌ41 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าปริมาณน้ำอิสระ

Descriptives

aw

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	.9830	.00866	.00500	.9615	1.0045	.97	.99
2	3	.9737	.00115	.00067	.9708	.9765	.97	.98
3	3	.9830	.00866	.00500	.9615	1.0045	.97	.99
5	3	.9737	.00115	.00067	.9708	.9765	.97	.98
Total	12	.9783	.00718	.00207	.9738	.9829	.97	.99

ตารางภาคผนวก ฌ42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าปริมาณน้ำอิสระ

ANOVA

aw

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	3	.000	2.282	.156
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.001	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ตารางภาคผนวก ฌ43 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าปริมาณน้ำอิสระ

aw

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2	3	.9737
5	3	.9737
1	3	.9830
3	3	.9830
Sig.		.120

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

3.2.2 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง (พีเอช) ของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ตารางภาคผนวก ฌ44 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าความเป็นกรดด่าง

Descriptives

pH

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	5.1933	.01155	.00667	5.1646	5.2220	5.18	5.20
2	3	5.1900	.01000	.00577	5.1652	5.2148	5.18	5.20
3	3	5.1933	.01155	.00667	5.1646	5.2220	5.18	5.20
5	3	5.1900	.01000	.00577	5.1652	5.2148	5.18	5.20
Total	12	5.1917	.00937	.00271	5.1857	5.1976	5.18	5.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฌ45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าความเป็นกรดด่าง

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	3	.000	.095	.961
Within Groups	.001	8	.000		
Total	.001	11			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ตารางภาคผนวก ฌ46 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางเคมีของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากค่าความเป็นกรดด่าง

pH

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2	3	5.1900
5	3	5.1900
1	3	5.1933
3	3	5.1933
Sig.		.730

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณภาพทางชีวภาพ

ตารางภาคผนวก ฌ47 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
total	1	3	8.5000	1.40000	.80829	5.0222	11.9778	7.10	9.90
	2	3	.0010	.00000	.00000	.0010	.0010	.00	.00
	3	3	8.5000	1.40000	.80829	5.0222	11.9778	7.10	9.90
	5	3	.0010	.00000	.00000	.0010	.0010	.00	.00
	Total	12	4.2505	4.51803	1.30424	1.3799	7.1211	.00	9.90
Yeast and mold	1	3	3.7000	.62450	.36056	2.1487	5.2513	3.20	4.40
	2	3	.1000	.00000	.00000	.1000	.1000	.10	.10
	3	3	3.7000	.62450	.36056	2.1487	5.2513	3.20	4.40
	5	3	.1000	.00000	.00000	.1000	.1000	.10	.10
	Total	12	1.9000	1.91738	.55350	.6818	3.1182	.10	4.40

ตารางภาคผนวก ฌ48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
total	Between Groups	216.699	3	72.233	73.707	.000
	Within Groups	7.840	8	.980		
	Total	224.539	11			
Yeast and mold	Between Groups	38.880	3	12.960	66.462	.000
	Within Groups	1.560	8	.195		
	Total	40.440	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ตารางภาคผนวก ฌ49 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

total

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	3	.0010	
5	3	.0010	
1	3		8.5000
3	3		8.5000
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวก ฌ50 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินคุณภาพทางชีวภาพ โดยการประเมินจำนวนยีสต์และราของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

Yeast and mold

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	3	.1000	
5	3	.1000	
1	3		3.7000
3	3		3.7000
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของข้าวลืมผัวก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ตารางภาคผนวก ฌ51 ผลค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
appear	1	30	7.23	1.073	.196	6.83	7.63	3	9
	2	30	6.10	1.863	.340	5.40	6.80	2	9
	3	30	6.10	1.863	.340	5.40	6.80	2	9
	5	30	7.23	1.073	.196	6.83	7.63	3	9
	Total	120	6.67	1.605	.147	6.38	6.96	2	9
color	1	30	7.53	1.042	.190	7.14	7.92	4	9
	2	30	6.03	1.542	.282	5.46	6.61	3	9
	3	30	6.03	1.542	.282	5.46	6.61	3	9
	5	30	7.53	1.042	.190	7.14	7.92	4	9
	Total	120	6.78	1.502	.137	6.51	7.05	3	9
sweet	1	30	6.30	1.022	.187	5.92	6.68	4	8
	2	30	4.97	2.025	.370	4.21	5.72	2	9
	3	30	4.97	2.025	.370	4.21	5.72	2	9
	5	30	6.30	1.022	.187	5.92	6.68	4	8
	Total	120	5.63	1.720	.157	5.32	5.94	2	9
spicy	1	30	5.57	1.612	.294	4.96	6.17	2	8
	2	30	5.10	1.882	.344	4.40	5.80	1	8
	3	30	5.10	1.882	.344	4.40	5.80	1	8
	5	30	5.57	1.612	.294	4.96	6.17	2	8
	Total	120	5.33	1.746	.159	5.02	5.65	1	8
smell	1	30	6.90	1.423	.260	6.37	7.43	4	9
	2	30	5.20	2.058	.376	4.43	5.97	1	9
	3	30	5.20	2.058	.376	4.43	5.97	1	9
	5	30	6.90	1.423	.260	6.37	7.43	4	9
	Total	120	6.05	1.944	.177	5.70	6.40	1	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
test	1	30	6.90	.923	.168	6.56	7.24	5	8
	2	30	5.33	1.605	.293	4.73	5.93	3	8
	3	30	5.33	1.605	.293	4.73	5.93	3	8
	5	30	6.90	.923	.168	6.56	7.24	5	8
	Total	120	6.12	1.513	.138	5.84	6.39	3	8
sticky	1	30	6.97	.999	.182	6.59	7.34	5	9
	2	30	6.77	1.165	.213	6.33	7.20	4	8
	3	30	6.77	1.165	.213	6.33	7.20	4	8
	5	30	6.97	.999	.182	6.59	7.34	5	9
	Total	120	6.87	1.076	.098	6.67	7.06	4	9
liking	1	30	7.10	.607	.111	6.87	7.33	6	8
	2	30	5.70	1.418	.259	5.17	6.23	3	8
	3	30	5.70	1.418	.259	5.17	6.23	3	8
	5	30	7.10	.607	.111	6.87	7.33	6	8
	Total	120	6.40	1.286	.117	6.17	6.63	3	8

ตารางภาคผนวก ฌ52 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
appear	Between Groups	38.533	3	12.844	5.557	.001
	Within Groups	268.133	116	2.311		
	Total	306.667	119			
color	Between Groups	67.500	3	22.500	12.994	.000
	Within Groups	200.867	116	1.732		
	Total	268.367	119			
sweet	Between Groups	53.333	3	17.778	6.908	.000
	Within Groups	298.533	116	2.574		
	Total	351.867	119			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
spicy	Between Groups	6.533	3	2.178	.709	.548
	Within Groups	356.133	116	3.070		
	Total	362.667	119			
smell	Between Groups	86.700	3	28.900	9.235	.000
	Within Groups	363.000	116	3.129		
	Total	449.700	119			
test	Between Groups	73.633	3	24.544	14.327	.000
	Within Groups	198.733	116	1.713		
	Total	272.367	119			
sticky	Between Groups	1.200	3	.400	.340	.797
	Within Groups	136.667	116	1.178		
	Total	137.867	119			
liking	Between Groups	58.800	3	19.600	16.475	.000
	Within Groups	138.000	116	1.190		
	Total	196.800	119			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ตารางภาคผนวก ฌ53 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากลักษณะปรากฏ

appear

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	30	6.10	
3	30	6.10	
1	30		7.23
5	30		7.23
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฌ54 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากสี

color

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	30	6.03	
3	30	6.03	
1	30		7.53
5	30		7.53
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวก ฌ55 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศที่มีก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากความหวาน

sweet

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	30	4.97	
3	30	4.97	
1	30		6.30
5	30		6.30
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฌ56 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากความเผ็ด

spicy

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2	30	5.10
3	30	5.10
1	30	5.57
5	30	5.57
Sig.		.355

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวก ฌ57 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากกลิ่น

smell

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	30	5.20	
3	30	5.20	
1	30		6.90
5	30		6.90
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฌ58 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากรสชาติ

test

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	30	5.33	
3	30	5.33	
1	30		6.90
5	30		6.90
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวก ฌ59 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากความข้นหนืด

sticky

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2	30	6.77
3	30	6.77
1	30	6.97
5	30	6.97
Sig.		.523

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ฌ60 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของซอสเครื่องเทศก่อนและหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยประเมินจากความชอบโดยรวม

liking

Duncan[a]

series	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	30	5.70	
3	30	5.70	
1	30		7.10
5	30		7.10
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

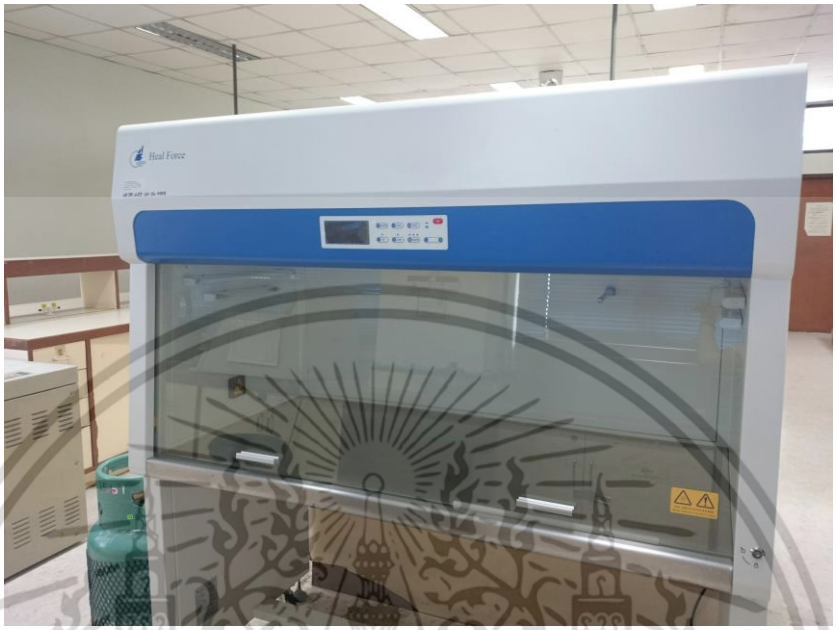
ภาคผนวก ญ

เครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือ

1. ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow cabinate) ยี่ห้อ Heal Force รุ่น Alphac Clean 1300



รูปภาคผนวก ญ1 ตู้ปลอดเชื้อ ยี่ห้อ Heal Force รุ่น Alphac Clean 1300

วิธีใช้งานตู้ปลอดเชื้อ

1. เสียบปลั๊กไฟ และเปิดสวิตซ์ไฟทำงาน
2. ตั้งเวลาทำงานไฟยูวี ประมาณ 30 นาที หรือตามต้องการ
3. ปิดประตูตู้ปลอดเชื้อ
4. เปิดไฟทำงานหลังไฟยูวีดับ
5. เช็ดทำความสะอาดภายในตู้ปลอดเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70
6. เริ่มใช้งานตามความต้องการ
7. หลังการใช้งานทำความสะอาดภายในตู้ปลอดเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 อีกครั้ง
8. ปิดไฟทำงาน และปิดตู้ให้สนิท
9. ตั้งเวลาทำงานไฟยูวี ประมาณ 30 นาที หรือตามต้องการ
10. เมื่อไฟยูวีดับ ปิดสวิตซ์ไฟทำงานและถอดปลั๊ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบเชิงประกอบ (Compound Microscope) รุ่น CH30RF200 บริษัท Olympus Optical Co., Ltd.

รูปภาคผนวก ญ2 ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์

วิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์

1. การจับกล้อง ใช้มือหนึ่งจับที่แขนของกล้อง และใช้อีกมือหนึ่งรองรับที่ฐาน
2. ตั้งลำกล้องให้ตรงเสมอเพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนประกอบต่างๆเลื่อนหลุดจากตำแหน่ง
3. หมุนเลนส์ใกล้วัตถุให้เป็นเลนส์ที่มีกำลังขยายต่ำสุดให้อยู่ในตำแหน่งแนวของกล้อง
4. ปรับกระจกเงา หรือเปิดไฟเพื่อแสงเข้าลำกล้องได้เต็มที่
5. นำแผ่นสไลด์ที่จะศึกษาวางบนแท่นวัตถุ ให้วัตถุอยู่บริเวณกึ่งกลางบริเวณที่แสงผ่าน
6. มองด้านข้างตามแนวระดับแท่นวางวัตถุ ค่อยๆหมุนปรับภาพหยาบให้เลนส์ใกล้วัตถุเลื่อนลงมาอยู่ใกล้ๆ กระจกปิดสไลด์
7. มองที่เลนส์ใกล้ตาค่อยๆปรับปุ่มปรับภาพหยาบให้กล้องเลื่อนขึ้นช้าๆ เพื่อหาระยะภาพ เมื่อได้ภาพแล้วให้หยุดหมุน ตรวจดูแสงว่ามากหรือน้อยเกินไปหรือไม่ ให้ปรับไดอะแฟรมเพื่อให้ได้แสงที่พอเหมาะ
8. มองเลนส์ใกล้ตาหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ถ้าวัตถุที่ศึกษาไม่อยู่ตรงกลางให้เลื่อนแผ่นสไลด์เล็กน้อยจนเห็นวัตถุอยู่ตรงกลางพอดี
9. ถ้าต้องการให้ภาพขยายใหญ่ขึ้นก็หมุนเลนส์อันที่กำลังขยายสูงขึ้นเข้าสู่แนวลำกล้อง แล้วปรับความคมชัดด้วยปุ่มปรับละเอียดเท่านั้น
10. บันทึกกำลังขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หม้อนึ่งอัดไอ (Autoclave) รุ่น ES-315 บริษัท TOMY Seiko

รูปภาคผนวก ญ3 ลักษณะของหม้อนึ่งอัดไอ

วิธีการใช้งาน

1. ใส่ของตัวอย่างที่ต้องการนึ่งฆ่าเชื้อลงในเครื่อง
2. ปิดฝาเครื่อง โดยการเลื่อนปิดฝา จนได้ตำแหน่งที่กำหนดไว้หมุนล็อคเครื่องให้แน่นตึงมือ
3. ตรวจสอบให้แน่ใจว่า Exhaust Valve ปิดสนิท (Close) การปิด Exhaust Valve โดยการ หมุน Exhaust Knob (ด้านขวามือ) ตามเข็มนาฬิกา
4. กดปุ่ม MODE เพื่อเลือกรูปแบบการทำงานโดยสังเกตกราฟดวงไฟ

4.1 Sterilization Mode ปรับตั้งอุณหภูมิโดยกดปุ่มลูกศรขึ้น-ลง ตรง Temp และปรับตั้งเวลาโดยกดปุ่มลูกศรตรงหน้าจอ Time และกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มการทำงาน

4.2 Sterilization and Warming Mode สามารถปรับตั้งอุณหภูมิและเวลา ได้ทั้ง การนึ่งฆ่าเชื้อและการอุ่นตัวอย่างโดยปรับตั้งอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ หลังจากที่ตั้งค่า Sterilization ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วนั้นให้กดปุ่ม Sterilization / Warming หน้าจอจะแสดงอุณหภูมิของการอุ่นกับเวลาของการอุ่น ปรับตั้ง อุณหภูมิและเวลาในการอุ่นตัวอย่าง จากนั้นกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มการทำงาน

หมายเหตุ ขณะเครื่องทำงานใน Mode Warm จะสามารถเปิดฝาได้ตามปกติเมื่อปรับตั้งค่าต่าง ๆ แล้วต้องการ Save ค่าที่ปรับตั้งให้กด ปุ่ม SET เครื่องจะ SAVE ค่าการทำงานที่เรา SET ครั้งล่าสุดให้โดยอัตโนมัติ

5. สามารถปรับตั้ง อุณหภูมิล่วงหน้า โดยกดปุ่ม Timer สัญญาณไฟแสดงการทำงานจะกระพริบ เครื่องจะเริ่มทำงานเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตู้บ่มเชื้อ (Incubater) ยี่ห้อ Binder Control บริษัท ไซแอนติฟิคโปรโมชัน จำกัด

รูปภาคผนวก ญ4 ลักษณะของตู้บ่มเชื้อ

วิธีการใช้งาน

1. ตรวจสอบระบบไฟฟ้าให้ถูกต้องตามที่เครื่องระบุ
2. เสียบปลั๊ก สังเกตไฟสีเขียวที่ติดหน้าจอ
3. กดปุ่มเปิด-ปิด เครื่อง (ปุ่มล่างสุด) ค้างไว้จนกระทั่งหน้าจอมีเลขอุณหภูมิแสดง
4. การตั้งอุณหภูมิ
   4.1 กดปุ่ม X/W 1 ครั้ง สังเกต SP กระพริบสลับกับค่าอุณหภูมิที่เคยตั้งไว้แล้ว
   4.2 กดปุ่มลูกศรขึ้นหรือลงเพื่อปรับตั้งอุณหภูมิ (สังเกตตัวเลขกระพริบ แสดงว่าเครื่องรับข้อมูล)
5. การตั้งเวลา
   5.1 กดปุ่ม X/W 1 ครั้งเพื่อกลับเข้าสู่หน้าจอปกติ
   5.2 กดปุ่มหน้านาฬิกา 1 ครั้ง หน้าจอจะแสดง tinf แสดงว่าเครื่องทำงานแบบต่อเนื่อง
   5.3 กดปุ่มลูกศรขึ้นค้างไว้ หน้าจอจะเปลี่ยนเป็น OFF
   5.4 กดปุ่มลูกศรขึ้นหรือลงเพื่อตั้งเวลา (เวลาเป็นหน่วยนาที)
   5.5 เมื่อหมดเวลาเครื่องจะหยุดการทำงานทันที อุณหภูมิภายในตู้จะลดลงเข้าสู่อุณหภูมิห้องปกติ
   5.6 การกลับเข้าสู่การทำงานแบบต่อเนื่อง ให้กดปุ่มลูกศรลงเพื่อลดเวลาเป็น 0 แล้วกดปุ่มลูกศรค้างไว้ หน้าจอจะแสดง tinf
6. การปรับตั้ง Safety (ต้องให้อุณหภูมิภายในตู้ได้ตามที่ตั้งไว้ก่อน)
   6.1 ใช้กุญแจหมุนทวนเข็มนาฬิกาจนกระทั่งไฟด้านบน Safety ติด
   6.2 หมุนตามเข็มนาฬิกาคืนเล็กน้อยจนไฟดับ

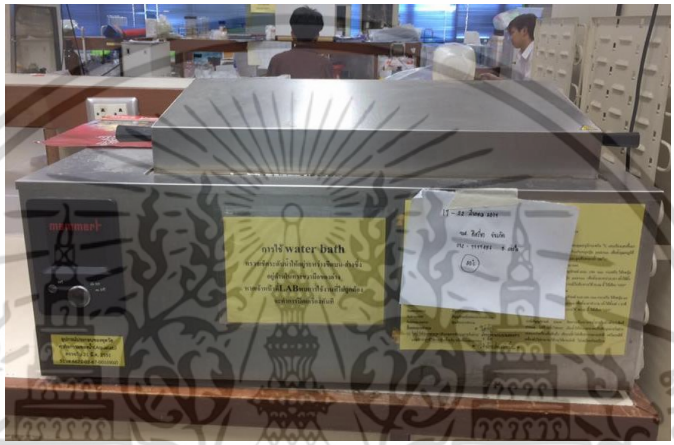
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 Safety จะทำการควบคุมอุณหภูมิแทนในกรณีที่ชุดคอนโทรล ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้

ข้อควรระวัง

1. ถ้ามีการตั้ง OFF ไว้เมื่อใช้งานเสร็จ ควรปรับเป็น tinf คืน
2. ถ้ามีการตั้ง SAFETY ไว้ เมื่อใช้งานเสร็จ ควรปรับเข้าสู่ตำแหน่งเดิมที่เลข 10

5. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) ยี่ห้อ Memmert บริษัท Merittech Co.,Ltd.



รูปภาคผนวก ญ5 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath)

วิธีการใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ

1. ใส่น้ำให้ท่วมขดลวด (สังเกตจากสันนูนภายในอ่างและน้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำกลั่นหรือน้ำที่ผ่านการกรอง)
2. เสียบปลั๊กไฟ 220 โวลต์
3. กดปุ่ม Push/Turn เพื่อเปิดเครื่อง
4. การตั้งค่าอุณหภูมิ ° C Temp. หมุนปุ่ม Push/Turn อักษรแสดงอุณหภูมิกระพริบ ° C และเรืองแสง ขึ้นมาให้กดปุ่ม Set Key ค้างไว้พร้อมกับหมุนปุ่ม Push/Turn เพื่อตั้งอุณหภูมิที่ต้องการ (ตั้งได้สูงสุด 95 องศาเซลเซียส และจุดเดือดของน้ำ 100 องศาเซลเซียส)
5. กรณีเลือกตั้งหน่วงเวลา Delay-Time หมุนปุ่ม Push/Turn มาที่สัญลักษณ์ Delay และ Time กระพริบ ให้กดปุ่ม Set Key ค้างไว้พร้อมหมุนปุ่ม Push/Turn เพื่อตั้งเวลาหน่วง (ตั้งค่าได้ ตั้งแต่ 1 นาที ถึง 99.59 ชั่วโมง) กรณีไม่ต้องการใช้ Mode นี้ ให้เลือก “OFF”
6. การตั้งเวลาทำงาน Hold-Time หมุนปุ่ม Push/Turn มาที่สัญลักษณ์ Hold และ Time กระพริบ ให้กดปุ่ม Set Key ค้างไว้พร้อมหมุนปุ่ม Push/Turn เพื่อตั้งเวลาทำงาน (ตั้งค่าได้ตั้งแต่ 1 นาที ถึง 99.59 ชั่วโมง) กรณีไม่ต้องการใช้ Mode นี้ ให้เลือก “OFF”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฎ
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
และประกาศกระทรวงสาธารณสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า ๒๖
เล่ม ๑๒๓ ตอนที่ ๑๒ ง ราชกิจจานุเบกษา ๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๔๙

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๓๔๓๘ (พ.ศ. ๒๕๔๘)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
น้ำพริกแกง
และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
น้ำพริกแกงและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำพริกแกง มาตรฐานเลขที่ มอก. 429-2525

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๖๔๐ (พ.ศ. ๒๕๒๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำพริกแกง ลงวันที่ ๑๖ กันยายน พ.ศ. ๒๕๒๕ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำพริกแกงและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส มาตรฐานเลขที่ มอก. 429-2548 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลนับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๓๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๔๘
สุริยะ จึงรุ่งเรืองกิจ
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
น้ำพริกแกงและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมน้ำพริกแกงและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสซึ่งนำไปใช้ได้ทันทีในการปรุงร่วมกับส่วนประกอบอื่น ๆ เพื่อทำเป็นอาหาร

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 น้ำพริกแกง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเครื่องแกงและเครื่องปรุงต่าง ๆ โดยมีพริกและพืชสมุนไพรเป็นส่วนประกอบสำคัญ นำมาบดผสมกัน มีลักษณะเปียกข้น อาจผสมกะทิหรือน้ำมันบริโภค แล้วนำไปให้ความร้อนโดยรักษาคุณภาพและกลิ่นรสของน้ำพริกแกงนั้น ๆ ไว้ สามารถนำไปใช้ได้ทันที เพื่อทำเป็นแกงชนิดใดชนิดหนึ่งตามชนิดของน้ำพริกแกงนั้น เช่น แกงเขียวหวาน แกงพะแนง แกงมัสมั่น

2.2 เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากส่วนประกอบต่าง ๆ โดยมีเครื่องปรุงกลิ่นรสและเครื่องเทศเป็นส่วนประกอบสำคัญ นำมาบดผสมกัน มีลักษณะเปียกข้น อาจผสมน้ำมันบริโภค แล้วนำไปให้ความร้อนโดยรักษาคุณภาพและกลิ่นรสของเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสนั้น ๆ ไว้ สามารถนำไปใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสได้ทันที เพื่อทำเป็นอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งตามชนิดของเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสนั้น เช่น เครื่องปรุงอบหม้อดิน เครื่องปรุงผัดใบกะเพรา

3. ส่วนประกอบ

ส่วนประกอบที่ใช้ทำน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส ต้องมีสมบัติเหมาะสมต่อการบริโภค และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

3.1 ส่วนประกอบจากพืชสมุนไพรและเครื่องเทศต่าง ๆ เช่น พริกสด พริกแห้ง ตะไคร้ ผิวมะกรูด หัวหอม กระเทียม ขิง ข่า รากผักชี ลูกผักชี ยี่หร่า พริกไทย

3.2 ส่วนประกอบที่อาจมีได้ เช่น กะปิ กะทิ น้ำมันบริโภค หรืออื่น ๆ

3.3 เครื่องปรุงกลิ่นรส เช่น เกลือบริโภค น้ำปลา น้ำซอส น้ำตาล มะขามเปียก หรืออื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องมีสี กลิ่น และกลิ่นรสตามชนิดของน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสนั้น ๆ โดยต้องไม่มีลักษณะใดเปลี่ยนแปลงไปจากลักษณะปกติจนรู้สึกได้

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 10.1 แล้วต้องมีคะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 2.8 คะแนน และต้องไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

4.2 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอม เช่น เส้นผม แมลง ขนสัตว์

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 11.2

5. วัตถุเจือปนอาหาร

วัตถุเจือปนอาหารให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดไว้ ดังนี้

5.1 วัตถุกันหืน อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมรวมกัน ต้องไม่เกินร้อยละ 0.005 โดยน้ำหนัก (ในกรณีที่ใช้น้ำมันหรือน้ำกะทิเป็นส่วนประกอบ)

5.1.1 บิวทิเลเตด ไฮดรอกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole)

5.1.2 บิวทิเลเตด ไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene)

5.1.3 เทอร์เชียรีบิวทิลไฮโดรควิโนน (tert-butylhydroquinone)

5.1.4 โพรพิล แกลเลต (propyl gallate)

การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) 983.15

5.2 วัตถุที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหาร ดังต่อไปนี้ให้ใช้ได้ในปริมาณที่เหมาะสม

5.2.1 โมโนโซเดียม แอล-กลูตาเมต (monosodium L-glutamate)

5.2.2 ไดโซเดียมอิโนซิเนต (disodium inosinate)

5.2.3 ไดโซเดียมกัวนิเลต (disodium guanylate)

5.2.4 ไดโซเดียม 5′ ไรโบนิวคลีโอไทด์ (disodium 5′ ribonucleotide)

5.3 สีผสมอาหาร

ห้ามใช้สีทุกชนิดเว้นแต่สีผสมอาหารที่ได้จากธรรมชาติ

การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตาม Pearson's Chemical Analysis of Food, 9th edition 1991 หน้า 102 ถึง หน้า 109

6. สารปนเปื้อน

6.1 อะฟลาทอกซิน ไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) 990.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สุขลักษณะ

7.1 สุขลักษณะในการทำน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส ให้เป็นไปตาม มอก.34

7.2 จุลินทรีย์ที่อาจมีในน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

7.2.1	รา โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ไม่เกิน	100
7.2.2	*คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (Clostridium perfringens)* ใน 0.01 กรัมของตัวอย่าง	ต้องไม่พบ
7.2.3	*เอสเชอริเชีย โคไล (Escherichia coli)* โดยวิธี MPN ต่อกรัมของตัวอย่าง	น้อยกว่า 3
7.2.4	*สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (Stapylococcus aureus)* ใน 0.01 กรัมของตัวอย่าง	ต้องไม่พบ
7.2.5	*ซาลโมเนลลา (Salmonella)* ใน 25 กรัมของตัวอย่าง	ต้องไม่พบ
7.2.6	*บาซิลลัส ซีเรียส (Bacillus cereus)* โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ไม่เกิน	1.0×10^3

การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตามข้อ 11.3

8. การบรรจุ

8.1 ให้บรรจุน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสในภาชนะที่สะอาด แห้ง และปิดได้สนิท

8.2 น้ำหนักสุทธิของน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

9. เครื่องหมายและฉลาก

9.1 ที่ภาชนะบรรจุน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียด ต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานนี้หรือชื่ออื่นที่สื่อความหมายว่าเป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานนี้

(2) ข้อความแสดงการใช้ และชนิดของวัตถุปรุงแต่งรสอาหาร (ถ้ามี)

(3) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัม

(4) วัน เดือน ปีที่ทำ หรือ วัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือ ควรบริโภคก่อน

(5) วิธีทำเพื่อรับประทาน

(6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

9.2 ที่กล่องบรรจุน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสทุกกล่อง อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานนี้หรือชื่ออื่นที่สื่อความหมายว่าเป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานนี้

(2) จำนวน

(3) เดือน ปีที่ทำ หรือ วัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือ ควรบริโภคก่อน

(4) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

10.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

11. การทดสอบและการวิเคราะห์

11.1 ลักษณะทั่วไป

11.1.1 สีและกลิ่น ให้ตรวจสอบน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสก่อนเติมน้ำเดือด

11.1.2 กลิ่นรส ให้เจือจางตัวอย่างน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสโดยใช้น้ำเดือดแทนส่วนของกะทิหรือของเหลว อื่นตามส่วนที่ระบุไว้ที่ฉลาก ถ้าไม่มีการระบุไว้ให้เจือจางด้วยน้ำเดือดร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

11.1.3 วิธีตรวจสอบ

11.1.3.1 คณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

11.1.3.2 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

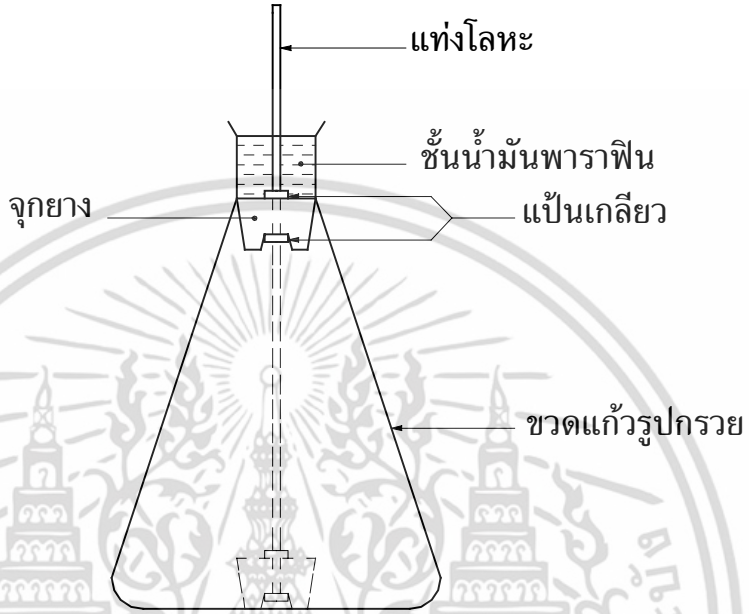
(ข้อ 11.1.3.2)

สมบัติที่ตรวจ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้
สี	มีสีตามธรรมชาติของน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสนั้น ๆ และสีสม่ำเสมอ	4
	มีสีต่างไปจากธรรมชาติเพียงเล็กน้อยแต่สีสม่ำเสมอ	3
	มีสีต่างไปจากธรรมชาติเพียงเล็กน้อยและสีไม่สม่ำเสมอ	2
	มีสีต่างไปจากธรรมชาติอย่างเห็นได้ชัดและสีไม่สม่ำเสมอ	1
กลิ่น	มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติของน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสนั้น ๆ	4
	มีกลิ่นแปลกไปจากธรรมชาติเล็กน้อยแต่ยังเป็นที่ยอมรับ	3
	มีกลิ่นอับหรือกลิ่นหืนเล็กน้อยแต่ยังเป็นที่ยอมรับ	2
	มีกลิ่นอับ กลิ่นหืน หรือกลิ่นไม่พึงประสงค์	1
กลิ่นรส	มีกลิ่นหอม และรสชาติชวนรับประทาน	4
	มีกลิ่นหอมเล็กน้อย และรสชาติปานกลาง	3
	มีกลิ่นและรสชาติแปลกไปจากธรรมชาติของน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสชนิดนั้น ๆ เล็กน้อย	2
	มีกลิ่นและรสชาติผิดไปจากธรรมชาติของน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสชนิดนั้น ๆ อย่างชัดเจน	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.2 สิ่งแปลกปลอม

ชั่งตัวอย่างประมาณ 100 กรัม ใส่ในขวดแก้วไวล์ดแมน (Wildman trap flask) ขนาด 1 ลิตร (รูปที่ 1) เติมน้ำร้อน 200 มิลลิลิตร คนเบา ๆ ให้ตัวอย่างกระจาย เติมน้ำ 500 มิลลิลิตร และเติมน้ำมันพาราฟิน 20 มิลลิลิตร คนอีกครั้งเติมน้ำจนถึงคอขวด ปล่อยไว้ให้แยกชั้น แล้วตรวจพินิจสิ่งแปลกปลอมในชั้นของน้ำมันพาราฟินโดยใช้เลนส์ที่มีกำลังขยาย 10 เท่า



รูปที่ 1 ขวดแก้วไวล์ดแมน

(ข้อ 11.2)

11.3 จุลินทรีย์

11.3.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ให้ปฏิบัติตาม COMPENDIUM OF METHODS FOR THE MICROBIOLOGICAL EXAMINATION OF FOODS 4th edition Chapter 7 ข้อ 7.62

11.3.2 รา ให้ปฏิบัติตาม FDA Bacteriological Analytical Manual 8th edition (Revision A) 1998 Chapter 18 Pour-plate method

11.3.3 *คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์* ให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) 976.30

11.3.4 *เอสเชอริเชีย โคไล* ให้ปฏิบัติตาม COMPENDIUM OF METHODS FOR THE MICROBIOLOGICAL EXAMINATION OF FOODS 4th edition Chapter 8 ข้อ 8.91 ถึง 8.92

11.3.5 *สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส* ให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) 987.09

11.3.6 *ซาลโมเนลลา* ให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) 967.25 ถึง 967.28

11.3.7 *บาซิลลัส ซีเรียส* ให้ปฏิบัติตาม COMPENDIUM OF METHODS FOR THE MICROBIOLOGICAL EXAMINATION OF FOODS 4th edition Chapter 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 10.1)

ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสที่มีส่วนประกอบเหมือนกัน ที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน เครื่องจักรชุดเดียวกันและบรรจุในคราวเดียวกัน

ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

ก.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ก.1 นำตัวอย่างทั้งหมดไปตรวจสอบเครื่องหมายและฉลาก การบรรจุ แล้วจึงตรวจสอบลักษณะทั่วไป

ก.2.1.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.1 และข้อ 9. และจำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 8. ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตาราง ที่ ก.1 จึงจะถือว่าน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่าง

(ข้อ ก.2.1.1)

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 4 800	6	1
4 801 ถึง 24 000	13	2
24 001 ถึง 48 000	21	3
48 001 ถึง 84 000	29	4
84 001 ถึง 144 000	48	6
144 001 ถึง 240 000	84	9
เกิน 240 000	126	13

ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการการตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม

ก.2.2.1 ให้ชักตัวอย่าง โดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 6 ภาชนะบรรจุ

ก.2.2.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.2 จึงจะถือว่าน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบวัตถุกันหืน สีผสมอาหาร และอะฟลาทอกซิน

ก.2.3.1 ให้ชักตัวอย่างจากรุ่นเดียวกันจำนวน 20 ภาชนะบรรจุ นำมาผสมรวมกันให้ได้น้ำหนักไม่น้อยกว่า 500 กรัม บรรจุในภาชนะที่สะอาด แห้งและปิดได้สนิท

ก.2.3.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 5.1 ข้อ 5.3 และข้อ 6.1 จึงจะถือว่าน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการวิเคราะห์จุลินทรีย์

ก.2.4.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันเพิ่มอีก 6 ภาชนะบรรจุ นำมาผสมรวมกันให้ได้น้ำหนักไม่น้อยกว่า 200 กรัม

ก.2.4.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 7.2 จึงจะถือว่าน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1.2 ข้อ ก.2.2.2 ข้อ ก.2.3.2 และข้อ ก.2.4.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 200) พ.ศ.2543

เรื่อง ซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง การแสดงฉลากของ ซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(7)(10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 79 (พ.ศ.2527) เรื่อง การแสดงฉลากของซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 2 มกราคม พ.ศ.2527

ข้อ 2 ให้ซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารที่ต้องมีฉลาก

ข้อ 3 ซอส หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมีลักษณะเหลว ข้น หรือแห้ง อาจจะเป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ก็ได้ และมีความมุ่งหมายใช้เป็นเครื่องปรุงรส ได้แก่

(1) ซอสชนิดต่าง ๆ ยกเว้นซอสบางชนิดและผลิตภัณฑ์ปรุงรสที่ได้จากการย่อยโปรตีนของถั่วเหลือง ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องนั้น ๆ

(2) เต้าเจี้ยว

(3) น้ำจิ้มชนิดต่าง ๆ

ข้อ 4 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 5 การแสดงฉลากของซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ข้อ 6 ให้ใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 79 (พ.ศ. 2527) เรื่อง การแสดงฉลากของซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 2 มกราคม พ.ศ.2527 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ต่อไปได้อีกสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 7 ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยื่นคำขอรับเลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ เมื่อยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ 4 ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้คงใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปจนกว่าจะหมดแต่ต้องไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 8 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543

กร ทัพพะรังสี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง. ลงวันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า ๘๘
เล่ม ๑๓๐ ตอนพิเศษ ๘๗ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๔ กรกฎาคม ๒๕๕๖

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ ๓๕๕) พ.ศ. ๒๕๕๖

เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง อาหารในภาชนะในบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๖ (๓) (๔) (๕) (๖) (๗) (๙) และ (๑๐) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิก

(๑) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๔๔) พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ ๒ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๓๕

(๒) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๗๙) พ.ศ. ๒๕๔๐ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๑๒ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๐

(๓) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๓) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๓) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕

(๔) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๓๐๑) พ.ศ. ๒๕๔๙ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๔) ลงวันที่ ๒๘ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๙

ข้อ ๒ ให้อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ ๓ อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท หมายความว่า

(๑) อาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อนภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่เป็นโลหะหรือวัตถุอื่นที่คงรูปที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ หรือ

(๒) อาหารในภาชนะบรรจุชนิดลามิเนต (laminate) ฉาบ เคลือบ อัด หรือติดด้วยโลหะหรือสิ่งอื่นใด หรืออาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นขวดแก้วที่ฝามียางหรือวัสดุอื่นผนึก หรืออาหารในภาชนะบรรจุอื่น ซึ่งสามารถป้องกันมิให้ความชื้นหรืออากาศผ่านซึมเข้าภายในภาชนะบรรจุได้ในภาวะปกติ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ

ข้อ ๔ อาหารตามข้อ ๒ ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(๑) ไม่มีสี กลิ่น หรือรส ที่ผิดจากสภาพของอาหารนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๒) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(๓) ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(๔) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ ดังต่อไปนี้

(๔.๑) อาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะ

ดีบุก ไม่เกิน ๒๕๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

สังกะสี ไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ทองแดง ไม่เกิน ๒๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ตะกั่ว ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สารหนู ไม่เกิน ๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ปรอท ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน ๐.๐๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

(๔.๒) อาหารในภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นโลหะ

ตะกั่ว ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สารหนู ไม่เกิน ๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ปรอท ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน ๐.๐๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

ข้อ ๕ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ที่ผ่านกรรมวิธีให้ความร้อนภายหลังการบรรจุหรือปิดผนึก นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วยคือ ไม่มีวัตถุกันเสีย เว้นแต่วัตถุกันเสียที่ติดมากับวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของอาหารนั้น

ความในวรรคหนึ่งไม่รวมถึงการใช้โพแทสเซียมไนไตรท์ หรือโซเดียมไนไตรท์ หรือโพแทสเซียมไนเตรท หรือโซเดียมไนเตรท ในปริมาณที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สำหรับเนื้อหมักชนิดเคียวมีทโพรดัก (cured meat product)

ข้อ ๖ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ มีค่าความเป็นกรด - ด่าง มากกว่า ๔.๖ และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity) มากกว่า ๐.๘๕ นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ และ ข้อ ๕ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วย คือ ไม่มีจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิปกติ

ข้อ ๗ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ ๔.๖ ลงมา และข้อ ๓ (๒) นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ และข้อ ๕ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วยคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๑) ตรวจพบจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ ดังนี้

(๑.๑) ไม่เกิน ๑,๐๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม ที่อุณหภูมิ ๓๐ องศาเซลเซียส หรือ ๕๕ องศาเซลเซียส สำหรับอาหารตามข้อ ๓ (๑)

(๑.๒) ไม่เกิน ๑๐,๐๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม สำหรับอาหารตามข้อ ๓ (๒)

(๒) ตรวจพบยีสต์และราไม่เกิน ๑๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม

(๓) ตรวจไม่พบบักเตรีชนิดโคลิฟอร์ม หรือตรวจพบบักเตรีชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า ๓ ต่ออาหาร ๑ กรัม ในกรณีที่ตรวจโดยวิธี เอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)

ข้อ ๘ ผู้ผลิตอาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ มีค่าความเป็นกรด - ด่าง มากกว่า ๔.๖ และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity) มากกว่า ๐.๘๕ ต้องดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

(๑) ฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด (Scheduled process) โดยให้ค่า F0 (Sterilizing value) ไม่ต่ำกว่า ๓ นาที ซึ่งเพียงพอในการทำลายสปอร์ของเชื้อคลอสทริเดียม โบทูลินั่ม (Clostridium botulinum) ทั้งนี้อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดจะต้องมีการศึกษาทดสอบการกระจายความร้อนหรืออุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อ (Heat distribution) และอัตราการแทรกผ่านความร้อน (Heatpenetration) ณ สถานที่ผลิตแห่งนั้น ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ หรือเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด

(๒) เติมกรดเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด - ด่างของอาหาร ไม่เกิน ๔.๖

ทั้งนี้ วิธีการปรับให้ได้สภาพความเป็นกรด - ด่างสมดุล (Equilibrium pH) และกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ หรือเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด

ข้อ ๙ ภาชนะบรรจุอาหารตามข้อ ๒ ต้อง

(๑) สะอาด

(๒) ไม่เคยใช้ใส่อาหารหรือวัตถุอื่นใดมาก่อน ถ้าภาชนะบรรจุนั้นเป็นโลหะ

(๓) ไม่มีตะกั่ว สนิมเหล็ก หรือสีอื่นใดติดอยู่ที่ด้านในของภาชนะบรรจุ นอกจากสีของแล็กเคอร์หรือสีของดีบุก และด้านในของภาชนะบรรจุที่ทำด้วยแผ่นเหล็กต้องเคลือบดีบุก หรือสารอื่นใดที่ป้องกันมิให้อาหารสัมผัสกับแผ่นเหล็กได้โดยตรง

(๔) ไม่รั่วหรือบวม

(๕) เป็นภาชนะบรรจุที่ไม่มีสารออกมาปนเปื้อนกับอาหารในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ ๑๐ อาหารตามข้อ ๒ ต้องมีน้ำหนักเนื้ออาหาร (drained weight) ตามที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายประกาศนี้ เว้นแต่อาหารประเภทที่ไม่อาจแยกเนื้ออาหารได้ การตรวจหาน้ำหนักเนื้ออาหารให้ใช้วิธีของสมาคม AOAC International ฉบับที่เป็นปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ ๑๑ การใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร

ข้อ ๑๒ ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติแล้วแต่กรณี ดังนี้

(๑) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร สำหรับอาหารที่มิใช่ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดที่ปรับกรด

(๒) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรดสำหรับอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด

ข้อ ๑๓ การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทในกรณีของฟรุตคอกเทลและฟรุตสลัด ให้ได้รับยกเว้นการปฏิบัติตามข้อ ๓ (๕) ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๙๔) พ.ศ. ๒๕๔๓ เรื่อง ฉลาก ลงวันที่ ๑๙ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๓ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๒) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง ฉลาก (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕ แต่ทั้งนี้ให้แสดงเฉพาะส่วนประกอบที่สำคัญโดยไม่ต้องแจ้งปริมาณเป็นร้อยละของน้ำหนัก

ข้อ ๑๔ ประกาศฉบับนี้ไม่ใช้บังคับกับ

(๑) อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในการส่งออก

(๒) อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามข้อ ๓ (๒) ดังนี้

(๒.๑) อาหารขบเคี้ยวประเภทคุกกี้ เวเฟอร์ แครกเกอร์ บิสกิต อาหารอบกรอบ ชนิดที่ไม่มีการสอดไส้ ข้าวเกรียบ เมล็ดธัญพืชคั่วหรืออบ ถั่วคั่วหรืออบ นัตคั่วหรืออบ พืชผักผลไม้อบหรือทอดกรอบ อาหารขบเคี้ยวชนิดอบพอง (Extruded snack) และเมล็ดพืชอบแห้งหรือทอด

(๒.๒) ผงเครื่องเทศ ผงเครื่องปรุงต่างๆ

(๒.๓) แป้งประกอบอาหาร

(๒.๔) อาหารอัดเม็ด

(๒.๕) พืชผัก ผลไม้ ที่ทำให้แห้ง

(๒.๖) เนื้อสัตว์ที่ทำให้แห้ง

ข้อ ๑๕ ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๔๔) พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ ๒ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๓๕ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๗๙) พ.ศ. ๒๕๔๐ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๑๒ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๐ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๓) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๓) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕ และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๓๐๑) พ.ศ. ๒๕๔๙ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๔) ลงวันที่ ๒๘ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๙ ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับใช้เลขสารบบอาหารดังกล่าวต่อไปได้ โดยถือว่าได้จดทะเบียนอาหารตามประกาศฉบับนี้แล้ว

ข้อ ๑๖ ประกาศนี้มีผลบังคับใช้เมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๖
ประดิษฐ สินธวณรงค์
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญชีน้ำหนักเนื้ออาหาร

ประเภทอาหาร	ชนิด	น้ำหนักเนื้ออาหารเป็นร้อยละของน้ำหนักสุทธิ
ผลไม้	๑. ชิ้นหรือแว่น	ไม่น้อยกว่า ๖๐
	๒. ทั้งผล	ไม่น้อยกว่า ๔๐
พืชผัก	๑. ชิ้น	ไม่น้อยกว่า ๖๐
	๒. เมล็ด	ไม่น้อยกว่า ๕๐
	๓. ฝักหรือหัว	ไม่น้อยกว่า ๔๐
	๔. ดองเค็มหรือหวาน เช่น ซีเซกฉ่าย กิ๊งฉ่าย ตั้งฉ่าย	ไม่น้อยกว่า ๖๕
	๕. เต้าหู้ยี้	ไม่น้อยกว่า ๖๐
	๖. เต้าเจี้ยว	ไม่น้อยกว่า ๕๐
เนื้อสัตว์	๑. บรรจุในน้ำเกลือ ซอส น้ำมัน หรือสิ่งอื่นที่ไม่ใช่เครื่องปรุง	ไม่น้อยกว่า ๖๐
	๒. เนื้อหอยในน้ำเกลือ ซอส น้ำมัน หรือสิ่งอื่นที่ไม่ใช่เครื่องปรุง	ไม่น้อยกว่า ๕๐
	๓. ไส้กรอกในน้ำเกลือ	ไม่น้อยกว่า ๕๐
อาหารปรุงสำเร็จที่ทำให้สุกแล้ว	๑. แกงเผ็ดต่าง ๆ	ไม่น้อยกว่า ๕๐
	๒. พะแนงต่าง ๆ	ไม่น้อยกว่า ๖๕
	๓. แกงกะหรี่หรือมัสมั่น	ไม่น้อยกว่า ๖๐
	๔. ผัดเผ็ดอย่างแห้ง เช่น ผัดพริกขิง ผัดเผ็ดปลาหรือกุ้ง	ไม่น้อยกว่า ๙๐
	๕. กุ้งเค็มหรือหวาน	ไม่น้อยกว่า ๘๐
	๖. หมูหวาน	ไม่น้อยกว่า ๗๕
	๗. ไก่หรือหมูพะโล้/ไก่หรือหมู หรือขาหมูต้มเค็ม	ไม่น้อยกว่า ๕๕

อาหารประเภทหรือชนิดตามที่กำหนดไว้ในบัญชีแต่มีลักษณะพิเศษที่มิอาจกำหนดเนื้ออาหารให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในบัญชีได้ หรืออาหารประเภทอื่นที่มิได้กำหนดไว้ในบัญชี ให้มีน้ำหนักเนื้ออาหารตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า ๔๒
เล่ม ๑๓๐ ตอนพิเศษ ๑๔๘ ง ราชกิจจานุเบกษา ๓๑ ตุลาคม ๒๕๕๖

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ ๓๖๔) พ.ศ. ๒๕๕๖

เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับเกณฑ์มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๖ (๒) และ (๓) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ลงวันที่ ๑๐ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๒

ข้อ ๒ อาหารตามบัญชีหมายเลข 1 ท้ายประกาศนี้ ต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เว้นแต่จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคตามชนิดและปริมาณที่ระบุไว้ในบัญชีหมายเลข 2 และบัญชีหมายเลข 3 ท้ายประกาศนี้

ข้อ ๓ ประกาศนี้ไม่ใช้บังคับกับผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร วัตถุเจือปนอาหาร และอาหารอื่นซึ่งได้มีประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคไว้โดยเฉพาะ

ข้อ ๔ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๕ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๖

ประดิษฐ สินธวณรงค์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญชีหมายเลข 1

รายชื่ออาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364) พ.ศ. 2556 เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

---

1. นมดัดแปลงสำหรับทารกและนมดัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก
2. อาหารทารกและอาหารสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก
3. อาหารเสริมสำหรับทารกและเด็กเล็ก
4. นมโค
5. นมปรุงแต่ง
6. ผลิตภัณฑ์ของนม
7. เนยแข็ง
8. ครีม
9. ไอศกรีม
10. เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
11. น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
12. น้ำแข็ง
13. ช็อกโกแลต
14. อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก
15. อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
16. อาหารกึ่งสำเร็จรูป
17. ซอสบางชนิด
18. ผลิตภัณฑ์ปรุงรสที่ได้จากการย่อยโปรตีนของถั่วเหลือง
19. ไข่เยี่ยวม้า
20. นมเปรี้ยว
21. เครื่องดื่มเกลือแร่
22. ชา
23. กาแฟ
24. น้ำนมถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
25. น้ำแร่ธรรมชาติ
26. น้ำมันเนย
27. เนยเทียม เนยผสม ผลิตภัณฑ์เนยเทียม และผลิตภัณฑ์เนยผสม
28. น้ำผึ้ง
29. แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
30. เนยใสหรือกี (Ghee)
31. เนย
32. ชาสมุนไพร
33. วุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่
34. ซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
35. ขนมปัง
36. แป้งข้าวกล้อง
37. ข้าวเติมวิตามิน
38. อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญชีหมายเลข 2
มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364) พ.ศ. 2556 เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

ผลิตภัณฑ์	ชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ปริมาณที่กำหนด
1. นมดัดแปลงสำหรับทารก (ชนิดผงหรือแห้ง) 2. อาหารทารก (ชนิดผงหรือแห้ง)	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. ครอโนแบคเตอร์ ซากาซากิ *(Cronobacter sakazakii)*	ไม่พบใน 10 กรัม (g)
3. นมดัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก (ชนิดผงหรือแห้ง) 4. อาหารสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก (ชนิดผงหรือแห้ง)	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 cfu/g
5 .อาหารเสริมสำหรับทารกและเด็กเล็ก (ชนิดผงหรือแห้ง)	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
6. ผลิตภัณฑ์นมพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์		
(6.1) นมโค (6.2) นมปรุงแต่ง (6.3) ผลิตภัณฑ์ของนม (6.4) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากนมของสัตว์อื่นที่มิใช่นมของโค	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 มิลลิลิตร (ml)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 มิลลิลิตร (ml)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 มิลลิลิตร (cfu/ml)
	4. ลิสทิเรีย โมโนไซโตจิเนส *(Listeria monocytogenes)*	ไม่พบใน 25 มิลลิลิตร (ml)
7. นมผง 8. นมปรุงแต่ง (ชนิดแห้ง) 9. ผลิตภัณฑ์นม (ชนิดแห้ง)	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
10. เนยแข็ง		
(10.1) ที่มี $a_W \geq 0.9$	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	5. ลิสทิเรีย โมโนไซโตจิเนส *(Listeria monocytogenes)*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์	ชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ปริมาณที่กำหนด
(10.2) ที่มี a_W ระหว่าง 0.82-0.9	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 500 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. ลิสทิเรีย โมโนไซโตจิเนส *(Listeria monocytogenes)*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
(10.3) ที่มี $a_W \leq 0.82$	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. ลิสทิเรีย โมโนไซโตจิเนส *(Listeria monocytogenes)*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
11. ครีม		
(11.1) ครีมที่ทำให้แห้ง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(11.2) ครีมที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. *Listeria monocytogenes*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
12. ไอศกรีม		
(12.1) ไอศกรีมนม ไอศกรีมดัดแปลง ไอศกรีมผสม	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 500 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. *Listeria monocytogenes*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
(12.2) ไอศกรีมนม ไอศกรีมดัดแปลง ไอศกรีมผสม (ชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ และชนิดผงหรือแห้ง)	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. ลิสทิเรีย โมโนไซโตจิเนส *(Listeria monocytogenes)*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
13 ผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคชนิดเหลวที่มี pH $\geq$ 4.3 เฉพาะที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอไรส์		
(13.1) เครื่องดื่ม [1] (13.2) ชา (13.3) กาแฟ (13.4) น้ำนมถั่วเหลือง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 มิลลิลิตร (ml)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 มิลลิลิตร (ml)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 มิลลิลิตร (cfu/ml)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 100 ใน 1 มิลลิลิตร (cfu/ml) เว้นแต่เครื่องดื่มรังนก ไม่เกิน 1,000 ใน 1 มิลลิลิตร (cfu/ml)
	5. ลิสทิเรีย โมโนไซโตจิเนส *(Listeria monocytogenes)* [2]	ไม่พบใน 25 มิลลิลิตร (ml)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์	ชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ปริมาณที่กำหนด
14. เครื่องดื่มชนิดเข้มข้น หรือชนิดแห้ง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)* (3)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	5. ลิสทิเรีย โมโนไซโตจิเนส *(Listeria monocytogenes)* (2)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
15. อาหารกึ่งสำเร็จรูป		
(15.1) ก๋วยจั๊บ ก๋วยเตี๋ยว บะหมี่เส้นหมี่ วุ้นเส้นที่ปรุงแต่ง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(15.2) เครื่องปรุงที่บรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุ ก๋วยเตี๋ยว ก๋วยจั๊บ บะหมี่ เส้นหมี่ และวุ้นเส้น	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
15. อาหารกึ่งสำเร็จรูป (ต่อ)		
(15.3) ข้าวต้มและโจ๊กที่ปรุงแต่ง แกงจืด และซุป ชนิดผงหรือชนิดแห้ง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. *Bacillus cereus*	ไม่เกิน 200 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(15.4) แกงจืด และซุป ชนิดเข้มข้น (4) ชนิดก้อน	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(15.5) แกงและน้ำพริกต่างๆ (4)	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
16. ซอสบางชนิด (4)	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. *Clostridium perfringens*	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์	ชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ปริมาณที่กำหนด
17. ผลิตภัณฑ์ปรุงรสที่ได้จากการย่อยโปรตีนของถั่วเหลือง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g) หรือ มิลลิลิตร (ml)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g) หรือ มิลลิลิตร (ml)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g) หรือ ใน 1 มิลลิลิตร (cfu/ml)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g) หรือ ใน 1 มิลลิลิตร (cfu/ml)
18. ไข่เยี่ยวม้า	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
19. อาหารตามบัญชีหมายเลข 1 ลำดับที่ 1-32 ทั้งชนิดอาหารและกระบวนการผลิตที่นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในลำดับที่ 1-18 ของบัญชีหมายเลข 2	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g) หรือ มิลลิลิตร (ml) เว้นแต่น้ำและน้ำแข็งไม่พบใน 100 มิลลิลิตร (ml)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g) หรือ มิลลิลิตร (ml) เว้นแต่น้ำและน้ำแข็งไม่พบใน 100 มิลลิลิตร (ml)

หมายเหตุ

(1) ผลิตภัณฑ์ลำดับที่ 13 (13.1) ที่เป็นเครื่องดื่มว่านหางจระเข้ ให้ตรวจเฉพาะ แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.), สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) และ แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)

(2) ผลิตภัณฑ์ลำดับที่ 13 ทุกรายการที่ใส่นม และลำดับที่ 14 เฉพาะเครื่องดื่มชนิดเข้มข้นที่ใส่นม ต้องตรวจ ลิสทิเรีย โมโนไซโตจิเนส *(Listeria monocytogenes)*ด้วย

(3) ผลิตภัณฑ์ลำดับที่ 14 ที่เป็นเครื่องดื่มธัญพืช ต้องตรวจ คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) ด้วย

(4) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิต ที่มิใช่กรรมวิธีที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่เป็นโลหะหรือวัตถุอื่นที่คงรูป ที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญชีหมายเลข 3
มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364) พ.ศ. 2556 เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

ผลิตภัณฑ์	ชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ปริมาณที่กำหนด
1. วุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่ที่มิใช่ชนิดแห้ง	1. แซลโมเนลลา *(Salmonella spp.)*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
2. ซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (4)		
(2.1) น้ำจิ้มชนิดต่าง ๆ	1. แซลโมเนลลา *(Salmonella spp.)*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(2.2) เต้าเจี้ยว	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 2,500 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(2.3) ซอสชนิดต่างๆ	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. *Bacillus cereus*	ไม่เกิน 500 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
3. ขนมปัง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
4. แป้งข้าวกล้อง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
5. ข้าวเติมวิตามิน	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์	ชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ปริมาณที่กำหนด
6. อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคทันที		
(1) คุกกี้ บิสกิต แครกเกอร์ ขนมปังกรอบ	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(2) อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคทันทีที่ทำจากธัญพืช หรือมีแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(3) อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคอื่น	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 ใน 1 กรัม (cfu/g)

<u>หมายเหตุ</u>

[4] สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิต ที่มิใช่กรรมวิธีที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่เป็นโลหะหรือวัตถุอื่นที่คงรูป ที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวจินดารัตน์ จักรสอน
วัน เดือน ปีเกิด	08 มกราคม พ.ศ.2538
ที่อยู่ปัจจุบัน	9 หมู่ 4 ตำบลกาญจนา อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ 54000
ประวัติการศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์ สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
	เกรดเฉลี่ย 3.13 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวนภาพรรณ ดำขำ
วัน เดือน ปีเกิด	17 มิถุนายน พ.ศ.2537
ที่อยู่ปัจจุบัน	71 หมู่ 4 ตำบลน้ำพาง อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน 55170
ประวัติการศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์ สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
	เกรดเฉลี่ย 2.81 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวนันทวรรณ ลำชัยภูมิ
วัน เดือน ปีเกิด	10 เมษายน 2538
ที่อยู่ปัจจุบัน	2/77 หมู่ที่1 ตำบลนายายอาม อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี 22160
ประวัติการศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์ สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
	เกรดเฉลี่ย 3.53 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้