



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

**การศึกษาอิทธิพลของ F_0 ต่อคุณภาพน้ำพริกเผาบรรจุกระป๋อง
(Study the F_0 Effects on Canned Thai Chili Paste Quality)**

โดย

นางสาวศศิธร โชคมั่งมีพิศาล

นางสาวศันสนีย์ วิไลคารกา

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

สมพร งามสง่า ๔, ๒๑, ๕๖
.....
()

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....
()

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาอิทธิพลของ F_0 ต่อคุณภาพน้ำพริกเผาบรรจุกระป๋อง
(Study the F_0 Effects on Canned Thai Chili Paste Quality)



T096715

นางสาวศศิธร โชคมังมิพิศาล รหัสนักศึกษา 43040196
นางสาวศันสนีย์ วิไลคารกา รหัสนักศึกษา 43040197

รายนามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ป.พ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
ศ 291 ก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2546 พ.ศ. 2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96715
- 4 JUN 2009
วันเดือนปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

น้ำพริกเผาที่ขายในท้องตลาดปัจจุบันนิยมนิยมบรรจุขวดแก้ว ซึ่งมีปริมาณการบรรจุเหมาะสำหรับการบริโภคในครัวเรือน แต่เนื่องจากขวดแก้วมีน้ำหนักมากและอาจแตกได้ จึงได้มีการทดลองทำการบรรจุน้ำพริกเผาลงกระป๋อง เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและบรรจุได้ในปริมาณมาก ซึ่งในที่นี้ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของ F_0 ต่อคุณภาพน้ำพริกเผาบรรจุกระป๋อง โดยแบ่ง F_0 เป็น 4 ระดับ คือ 0 (ระดับอ้างอิง) 1 3 และ 5 และวางแผนการทดลองแบบ CRD พบว่าระยะเวลาที่ต้องการในการให้ความร้อนทั้งหมด เท่ากับ 0 22 25 และ 29 นาที ตามลำดับ จากนั้นทำการศึกษาความแตกต่างรวมของสี และความหนืดของน้ำพริกเผา ซึ่งจากการทดลองพบว่าค่า F_0 ไม่มีอิทธิพลต่อความแตกต่างรวมของสี แต่มีผลต่อความหนืด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่ระดับ F_0 เท่ากับ 1 มีค่าความหนืด คือ 4480.00 ± 532.69 Cp ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับความหนืดที่ระดับอ้างอิง (1266.67 ± 115.47 Cp) มากที่สุด ดังนั้น จึงเป็นค่าที่เหมาะสมในกระบวนการให้ความร้อนแก่น้ำพริกเผาบรรจุกระป๋อง

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตากรุณาจากรศ.ดร. วุฒิชัย นาครักษา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่สละเวลาอันมีค่ามาให้คำแนะนำ คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ จึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. ระติพร หาเรือนกิจ และดร. กิตติชัย บรรจง ที่ช่วยแก้ไขและกรุณาให้คำแนะนำงานบางส่วนจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณประสิทธิ์ อุดมศิลป์ ที่เชื้อเพื่อนในเรื่องของน้ำพริกเผา และเงินทุนต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ขอขอบคุณพี่เมย์ พี่ธง นักศึกษาปริญญาโทและเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาตรีที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และยังให้กำลังใจต่อข้าพเจ้าตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณและขอรำลึกถึงพระคุณของบิดามารดาพี่น้องและญาติมิตรที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และยังให้กำลังใจต่อข้าพเจ้ามา โดยตลอด

น.ส. ศศิธร โชนมั่งมีพิศาล

น.ส. ศันสนีย์ วิไลคารกา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
1. น้ำพริกเผา	2
1.1 ความหมาย	2
1.2 ส่วนประกอบของน้ำพริกเผา	2
1.3 เครื่องปรุงรสน้ำพริก	8
1.4 เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่ทำให้เกิดโรคในผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผา	10
2. กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	14
2.1 ความเป็นกรดค้างของอาหาร	14
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	15
2.3 ความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์	15
2.4 ช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุ	16
2.5 สุญญากาศ	18
2.6 การไล่อากาศ	18
2.7 การถ่ายเทความร้อนภายในกระป๋องและ Cold point ในอาหารกระป๋อง	20
2.8 การเก็บข้อมูล	22
2.9 การคำนวณหาเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	23
2.10 การทำให้เย็น	29
บทที่ 3 วัตถุประสงค์ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	30
3.1 วัตถุประสงค์	30
3.2 อุปกรณ์ที่สำคัญ	30
3.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 วิธีการทดลอง	30
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	32
4.1 ศึกษากระบวนการแปรรูปน้ำพริกเผาบรรจุกระป๋อง โดยใช้ความร้อนที่ระดับ F_0 ต่างๆกัน	32
4.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ	32
4.2.1 วัดค่าสี	32
4.2.2 วัดค่าความหนืด	33
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	34
ข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	39
ภาคผนวก ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำพริกเผา	40
ภาคผนวก ข การอธิบาย Simple heating curve	48
ภาคผนวก ค ตัวอย่างการคำนวณ Simple heating curve	49
ภาคผนวก ง ตารางที่ใช้สำหรับการคำนวณค่า F_0	52
ภาคผนวก จ ภาพจากการทดลอง	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. GHS สูงสุดสำหรับกระป๋องโลหะแต่ละขนาด	17
2. ตารางข้อมูลที่ใช้ในการเขียนกราฟ lethality	24
3. ตารางแสดงระยะเวลาที่ต้องการในการให้ความร้อนทั้งหมดที่ระดับ F_0 ต่างๆ	32
4. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างรวมของสีของน้ำพริกเผาที่ระดับ F_0 ต่างๆ	33
5. ตารางแสดงค่าความหนืดของน้ำพริกเผาที่ระดับ F_0 ต่างๆ	33
ก1 สารปนเปื้อน	42
ก2 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบปริมาณน้ำมันลอยหน้า น้ำหนักสุทธิ และเครื่องหมายและฉลาก	44
ก3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน	46
ค1 ตารางข้อมูลที่ใช้เขียน Simple heating curve	49
ง1 F_i values for various retort temperature ($^{\circ}\text{F}$)	52
ง2 f_h / U for given LOG g (log g in hundredths)	53

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงสูตร โครงสร้างของ capsaicin	3
2. แสดง โครงสร้างของสาร capsaicinoids	5
3. แสดง โครงสร้างของสาร allicin	7
4. การถ่ายเทความร้อนในลักษณะต่างๆ ในอาหาร	21
5. แสดงจุดที่ความร้อนเข้าไปถึงช้าที่สุด (Cold point) ในอาหารที่มี การถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการพา (convection) และแบบการนำ (conduction)	22
6. กราฟระหว่าง lethal rate กับเวลา	25
7. กราฟการให้ความร้อนแบบเส้นตรง	27
ก1 ขวดแก้วไวต์คแมน	46
ค1 Simple heating curve ที่ใช้ในการคำนวณหาค่า F_0 ของน้ำพริกเผาบรรจุกระป๋อง	50
ง1 Flow chart การคำนวณค่า F_0 ของ Simple heating curve	56
ง2 Flow chart การคำนวณ Process time ของ Simple heating curve	56
จ1 ขั้นตอนการไล่อากาศ	57
จ2 ขั้นตอนการให้ความร้อนในรีทอร์ท	58
จ3 ผลลัพท์น้ำพริกเผาบรรจุกระป๋อง	59
จ4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	60

บทที่ 1

บทนำ

น้ำพริกเผาสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายรูปแบบ เช่น ต้มยำ ผัด ทาขนมปัง เป็นต้น โดยน้ำพริกเผาที่ขายในท้องตลาดปัจจุบันมักจะนิยมบรรจุในขวดแก้วซึ่งปริมาณการบรรจุเหมาะสมสำหรับบริโภคภายในครัวเรือน อีกทั้งยังพกพาได้สะดวก แต่เนื่องจากขวดแก้วมีน้ำหนักมากและอาจมีการแตกหักได้ง่าย ดังนั้นจึงทำการทดลองบรรจุน้ำพริกเผาลงในกระป๋อง เนื่องจากกระป๋องมีน้ำหนักเบาและบรรจุได้ในปริมาณมาก โดยให้ความร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ในสภาวะ F_0 ต่างๆ กัน คือ 1, 3 และ 5 นอกจากนี้ยังศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของน้ำพริกเผาโดยวัดสี และความหนืด เพื่อหาสภาวะ F_0 ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของน้ำพริกเผาน้อยที่สุด และสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

วัตถุประสงค์

- 1.1 เพื่อศึกษากระบวนการแปรรูปน้ำพริกเผาบรรจุกระป๋องโดยใช้ความร้อนที่ระดับ F_0 ต่างๆกัน
- 1.2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของน้ำพริกเผาบรรจุกระป๋องภายหลังการให้ความร้อนด้วยการวัดสี และความหนืด

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

1. น้ำพริกเผา

1.1 ความหมาย

น้ำพริกเผา หมายถึง ผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคที่ทำจากเครื่องเทศ ได้แก่ พริกแห้ง หอม กระเทียม และเนื้อสัตว์ เช่น กุ้งแห้ง ปลาแห้ง ปลาร้า และแมงคานา ที่เผา คั่ว หรือทอด บด ผสม ปิ้งแต่งรสด้วยเครื่องปรุงแต่งรส เช่น น้ำปลา น้ำตาล กะปิ เกลือบริโภค มะขามเปียก แล้วนำไป ผัด (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2536)

น้ำพริกเผาเป็นน้ำพริกที่เก็บได้นาน ทำให้ละเอียดพอควร แล้วเก็บไว้กินได้อีกนาน แต่ก่อนมีการเรียกอยู่ 2 อย่าง คือ น้ำพริกเผาและน้ำพริกผัด ซึ่งขึ้นอยู่กับเตรียมว่าจะเผาเครื่องน้ำพริก หรือ ผัดเครื่องน้ำพริกก่อนนำมาตำ ถ้าเป็นน้ำพริกเผาก็เผาเครื่องน้ำพริกก่อนแล้วเอามาตำให้ละเอียด สมัยนี้ การรับประทานน้ำพริกเผาหรือน้ำพริกเผาแบบสำเร็จรูป จะเป็นแบบตำหรือปรุงรสมาเสร็จ ใส่ขวดขาย ซึ่งสะดวกและใช้ได้เป็นอย่างดี ไม่มีข้อเสียแต่อย่างหนึ่งอย่างใดเลย (ศีกฤทธิ์ ปราโมท, 2535)

1.2 ส่วนประกอบของน้ำพริกเผา

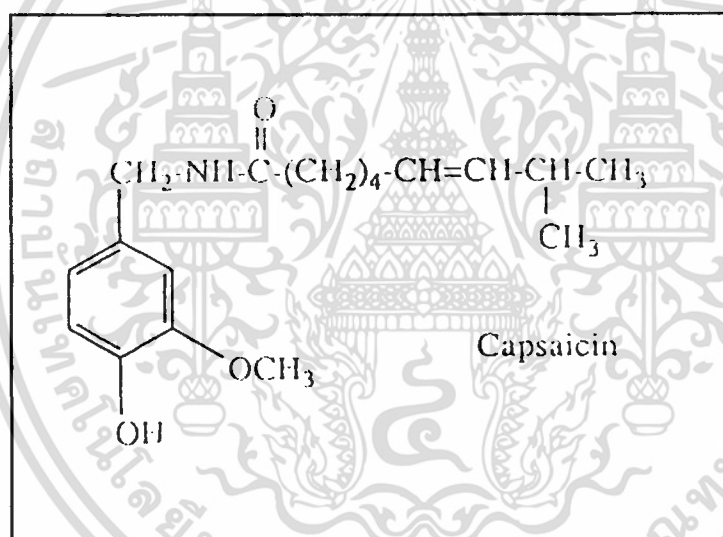
น้ำพริกเป็นส่วนประกอบของอาหารไทยที่นำมาปรุงรวมกับการปรุงอาหารประเภทต่างๆ เช่น ผัด ต้มยำ หรือนำไปบริโภคโดยตรงกับเครื่องจิ้ม เช่น ผักสด ผักต้มควบคู่กับอาหารอื่นๆ ดังนั้น น้ำพริกจึงมีความสำคัญกับชีวิตของคนไทย ด้วยเหตุนี้เองทำให้ส่วนประกอบในการปรุงน้ำพริกทั้งหมดจึงมีความสำคัญที่มีส่วนชูรสให้น้ำพริกต่างๆ มีรสชาติแตกต่างกันไป เช่น น้ำพริกเผา ซึ่งมี ส่วนประกอบสำคัญและคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละตัวดังจะกล่าวต่อไปนี้

1.2.1 พริกแห้ง

พริกแห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผลของพืชสกุลพริก (*Capsicum sp.*) เช่น พริกชี้หู สวน (*Capsicum minimum Roxb*) พริกชี้หนู (*Capsicum frutescens Linn.*) และพริกอ่อน หรือพริกชี้ฟ้า (*Capsicum annuum Linn.*) ที่สุกหรือแก่จัดนำมาทำแห้ง อาจมีก้านผลติดอยู่หรือไม่ก็ได้ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2526)

พริกเป็นพืชที่อยู่ในสกุล *Capsicum* มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาเขตร้อนและหมู่เกาะอินเดียตะวันตก พริกปลูกกันทั่วไปในภูมิภาคที่มีอากาศอบอุ่นและอากาศร้อน เช่น แอฟริกา อินเดีย อเมริกาเขตร้อน ญี่ปุ่น ญวน ไทย พม่า พริกประกอบด้วยสารที่มีรสเผ็ดร้อน ตั้งแต่ 0.1-1 SU. (scoville heat unit) สารที่ทำให้รสเผ็ดร้อน คือ capsaicin, dihydrocapsaicin, nordihydrocapsaicin, homocapsaicin และ homodihydrocapsaicin สารสองชนิดหลังนี้เป็นสารที่มีปริมาณน้อย สารที่มีรสเผ็ดร้อนเหล่านี้อยู่ในบริเวณไส้ (dissipation) ของผล ไม่ใช่อยู่ที่เม็ด สารประกอบทั้งหมดนี้ รวมเรียกว่า capsaicinoids ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2 นอกจากนี้ยังพบสารอื่นๆอีก เช่น capsanthin, capsarubin, carotene, luteolin ไขมัน โปรตีน วิตามินเอ และซี มีน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) ซึ่งพบในปริมาณน้อย (นิจศิริ เรืองรังษี, 2534)

ภาพที่ 1 แสดงสูตร โครงสร้างของ capsaicin



ที่มา : นิจศิริ เรืองรังษี (2534)

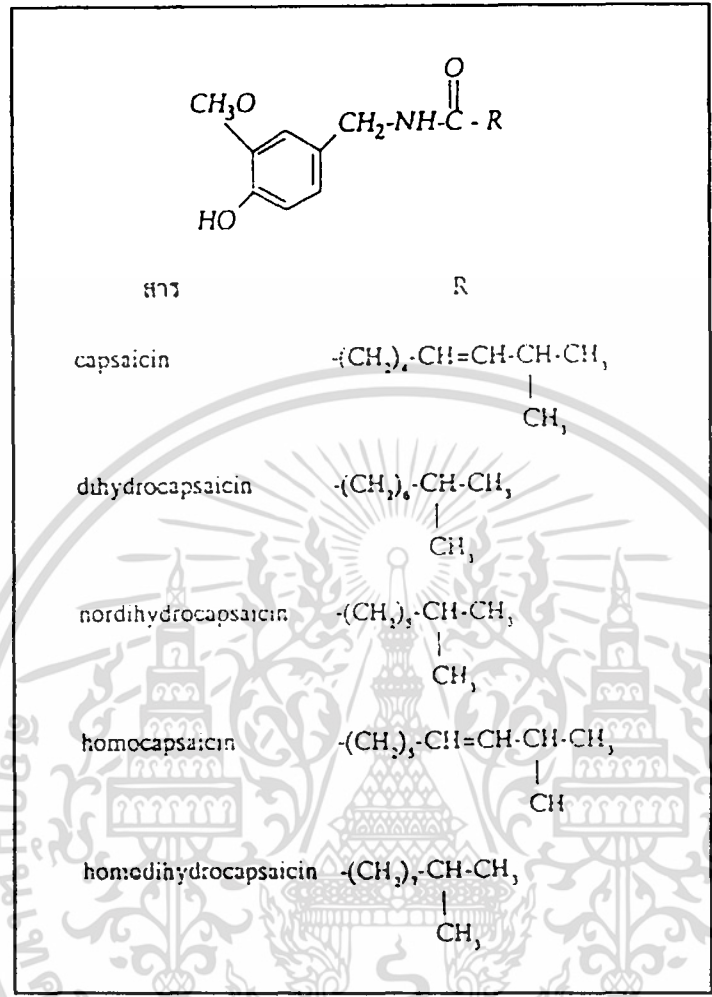
พริกเมื่อถูกที่ผิวหนังทำให้รู้สึกร้อน ปวดแสบปวดร้อนมาก น้ำคั้นพริกมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียในหลอดทดลอง เช่น พวก *E. coli*, *Salmonella spp.* เป็นต้น ในด้านเภสัชกรรม ปริญา วิไลรัตน์ (2540) ได้กล่าวถึงสาร capsaicin ว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในทางเภสัชกรรม โดยถูกนำไปใช้ในตำหรับยาแผนโบราณและยาแผนปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตาม capsaicin ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันยังคงต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ และมีราคาแพง ในยาพื้นบ้านใช้เป็นยาขับลม บำรุงธาตุ แก้อาการตะคริว เพราะพริกจะไปกระตุ้นแล้วทำให้รู้สึกร้อน ปัจจุบันในวงการเภสัชกรรมได้มีการสกัด capsaicin จากพริก นำไปผสมเป็นส่วนประกอบของยานิวดต่างๆ เช่น ยาธาตุ ยาเจริญอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชาขั้บลม และชาแก้ปวดท้อง เพื่อกระตุ้นให้มีการหลั่งเอนไซม์ ตลอดจนการบีบตัวและการคลายตัวของกระเพาะอาหาร ผสมในขี้ผึ้งทา ฤดูหนาว แก้อาการปวดเมื่อย ทำให้บริเวณที่ทามีเลือดมาเลี้ยงมากขึ้น นอกจากนี้ Sastri (1950) ได้กล่าวไว้ว่านอกจากสาร capsaicin แล้วผลสุกของพริกยังอุดมไปด้วยเม็ดสี ซึ่งมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์ปีก (Poulos, 1994) เนื่องจากมีคุณสมบัติเพิ่มสีของหนังไก่ให้เป็นสีเหลือง (Smith and Perdue, 1996) และสีไข่แดงของสัตว์ปีก (Pino *et al.*, 1962) ในด้านอาหาร โดยเฉพาะอาหารของชาวตะวันออก ใช้ทั้งพริกสดและแห้งเป็นเครื่องเทศ ใช้แต่งรสของเครื่องต้มและเหล้า ผสมเป็นเครื่องแกง ในบางโอกาส พริกนอกจากจะช่วยชูรสอาหารแล้ว ยังช่วยตกแต่งอาหารให้ดูน่ารับประทาน และแต่งสีอาหารด้วยหลายประเภท เช่น อาหารประเภทผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ซุป ซอส เป็นต้น

สาร capsaicin มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{18}H_{26}O_{23}N$ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า 8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamide (กรองแก้ว เนาสราญ และวุฒิชัย นุตกุล, 2535) Capsaicin เมื่อละลายน้ำ 1 ส่วนใน 11 ล้านส่วนยังคงมีความเผ็ดอยู่ รสเผ็ดนี้จะไม่ถูกทำลายด้วยด่าง แต่จะถูกทำลายได้โดย oxidizing agent เช่น potassium dichromate หรือ potassium permanganate

ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างของสาร capsaicinoids



ที่มา : กรองแก้ว เนาสราญ และ วุฒิชัย นุตกุล (2535)

1.2.2 กระเทียม

กระเทียมเป็นพืชมีหัว มีอายุได้หลายปี หัวประกอบด้วยกลีบ (cloves) หลายกลีบ แต่ละกลีบมีเยื่อบางสีขาวอมชมพูหุ้มอยู่ กระเทียมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allium sativum* Linn. วงศ์ Alliaceae ชื่ออังกฤษเรียกว่า common garlic หรือ Allium มีถิ่นกำเนิดในทวีปยุโรปและตอนกลางของทวีปเอเชีย เนื่องจากเป็นพืชที่มีประโยชน์ จึงได้มีการนำมาปลูกกันในหลายภูมิภาค ส่วนที่นำมาใช้ คือ หัวสดหรือหัวแห้ง ใบสด น้ำมันกระเทียม (garlic oil) ได้จากการนำกระเทียมสด บดพอหยาบมากลั่นด้วยไอน้ำ ส่วนผงกระเทียม (powdered garlic) เตรียมได้จากกระเทียมแห้งที่เอาน้ำออกแล้ว กระเทียมสดมีน้ำมันอยู่ประมาณร้อยละ 0.1-0.36 สารอินทรีย์กำมะถันหลายชนิด คือ alliin (S-allyl-1-cysteine sulfoxide) และ S-methyl-1-cysteine sulfoxide น้ำย่อย (enzymes) หลายชนิด คือ alliinase, peroxidase, myroxinase โปรตีน แร่ธาตุ วิตามินหลายชนิด เช่น วิตามินบี1 วิตามินบี2 ไนอะซิน นอกจากนี้ยังมี

เอนไซม์เป็นเอนไซม์ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

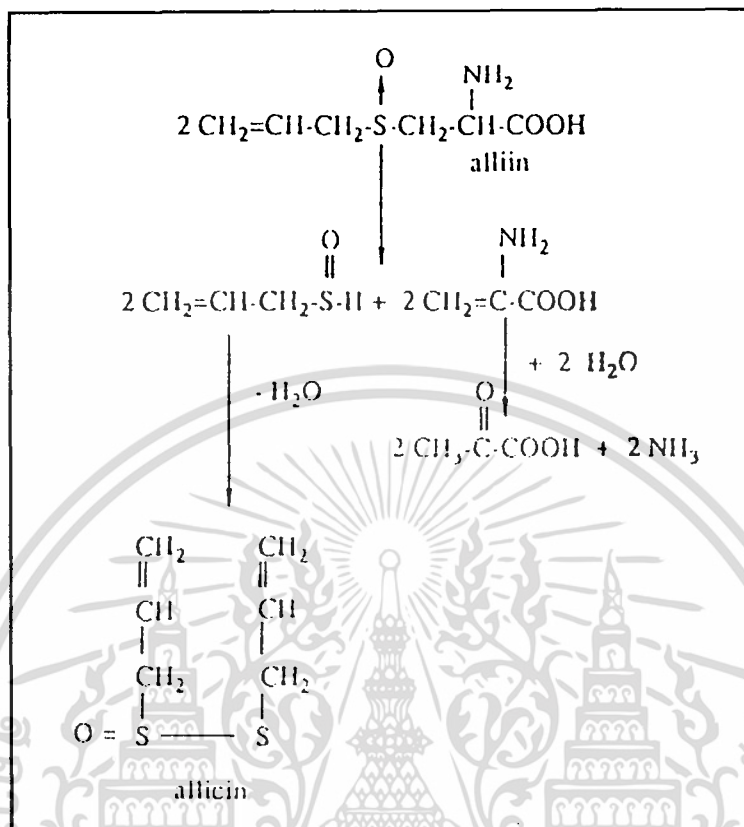
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมัน กรดอะมิโนและสารอื่นๆอีก กระเทียมใช้ในยาพื้นบ้าน เพื่อใช้บำบัดอาการไอ ไข้หวัด หลอดลมอักเสบเรื้อรัง ปวดฟัน ปวดหู ความดันโลหิตสูง เส้นเลือดเปราะ โรคประสาท เป็นต้น สารที่พบในกระเทียมที่สำคัญ ได้แก่ อัลลิซิน ดังแสดงในภาพที่ 3 จะกระตุ้นการหลั่งของเอนไซม์ในกระเพาะอาหาร กระตุ้นการหดและบีบตัวของลำไส้ ทำให้การย่อยอาหารและการขับถ่ายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อัลลิซินสามารถรวมตัวกับวิตามินบี1 และโปรตีนได้ จึงช่วยในการดูดซึมอาหารที่ลำไส้ และยังเกี่ยวข้องกับการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดอีกด้วย การที่อัลลิซินสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ต่างๆได้ดีนั้น เนื่องจากไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ โดยเอนไซม์เหล่านี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจ หรือการเจริญของเซลล์ เป็นผลให้จุลินทรีย์ถูกทำลาย (นิจศิริ เรื่องรังษี, 2534)

1.2.3 หัวหอม

หัวหอมเป็นพืชในตระกูล *alliaceae* เป็นพืชล้มลุกมีหัว หัวหอมแต่ละต้นประกอบด้วยหัวเล็กที่เรียกว่า กลีบ แต่ละกลีบมีรูปร่างแบนรูปไข่ ผิวด้านหลังแต่ละกลีบจะโค้ง กลีบของหัวหอมเกิดจากใบเกล็ดซ้อนกันเป็นชั้นๆ ทำหน้าที่สะสมอาหาร ส่วนนี้จึงมีน้ำตาลและสารที่ทำให้เกิดกลิ่นฉุนอยู่มากด้วย หัวหอมที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้มี 2 ชนิด คือ หัวหอมใหญ่ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Allium cepa* Linn. และหอมหัวแดง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Allium ascalonicum* Linn. หัวหอมเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปเอเชียตะวันตก แต่ได้มีการนำไปปลูกในหลายภูมิภาค หัวหอมประกอบด้วยสารอินทรีย์ของกำมะถันหลายชนิด คือ

ภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างของสาร alliin



ที่มา: นิจศิริ เรืองรังษี (2534)

trans-S-1-propenyl cystein sulfoxide, S-methyl cystein sulfoxide, S-propyl cystein sulfoxide และ cycloalliin สามารถเปลี่ยนเป็นสารประกอบกำมะถันได้โดยน้ำย่อยอัลลิเนส น้ำย่อยชนิดนี้ถูกปล่อยออกมาเมื่อทำให้หัวหอมฉ่ำ สารประกอบกำมะถันที่สลายตัวง่ายเป็นสาร sulfides และสารอื่นๆ ต่อไป สารเหล่านี้เป็นตัวทำให้หัวหอมมีกลิ่น โดยเฉพาะ methylpropyl disulfide ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_3$), methylpropyl trisulfide, dipropyl trisulfide หัวหอมมีน้ำมัน (onion oil) ซึ่งเป็นน้ำมันหอมระเหยในปริมาณน้อย น้ำมันมีสารประกอบกำมะถันเป็นสารหลัก แต่ไม่ได้เป็นสารที่ให้กลิ่น สารที่ทำให้เกิดกลิ่นในหัวหอมที่สำคัญมีอยู่ 3 ชนิด คือ methylpropyl disulfide, methylpropyl trisulfide, dipropyl trisulfide สารที่ให้กลิ่นนอกจาก 3 ชนิดที่กล่าวมาแล้ว ยังมี allylpropyl disulfide, dimethyl disulfide, 3,4-dimethylthiophene, methyl-cis propen disulfide และสารอื่นๆอีก หัวหอมมีฤทธิ์เป็นทางเภสัชวิทยาคล้ายกับกระเทียม ในทางอาหารใช้หัวหอมแต่งกลิ่นได้หลายชนิด รวมทั้งเครื่องคั่วที่มีแอลกอฮอล์ และไม่มีแอลกอฮอล์ อาหารแซ่แข็ง ขนมหวาน ขนมหิง เขตตี้ เนื้อ และผลิตภัณฑ์จากเนื้อ เป็นเครื่องเทศที่มีรสเผ็ดร้อน แต่งกลิ่นอาหารที่ปรุงเสร็จแล้ว แต่งกลิ่นน้ำซอส ไขมัน น้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และซูป (นิจศิริ เรื่องรังษี, 2534) นอกจากนี้ บัญญัติ สุขศรีงาม (2527) รายงานประสิทธิภาพของ หัวหอมต่อจุลินทรีย์ว่า หัวหอมยับยั้งหรือทำลายแบคทีเรียได้ดี จึงนำไปใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ หลายประการ ซึ่งสารที่เป็นตัวสำคัญ คือ อัลลิซิน ซึ่งจะพบในส่วนของน้ำมันหอมระเหย ในสภาพปกติหัวหอมไม่มีสารนี้ แต่จะมี อัลลิซินเมื่อเซลล์ของหัวหอมถูกทำให้แตกโดยอัลลิซินเปลี่ยนเป็น อัลลิซิน โดยการทำงานของเอนไซม์อัลลิเนส อัลลิซินเป็นสารไม่คงตัวจะเปลี่ยนเป็น diallyne disulfide และซัลไฟด์อื่นๆ ซึ่งสารเหล่านี้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดี

1.2.4 กุ้งแห้ง

กุ้งแห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำกุ้งสดมาต้มให้สุก (ควรต้มในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 3-4 ให้สุกพอดีที่จะไม่ทำให้เนื้อกุ้งติดเปลือกหรือบดแห้งเกินไป) แล้วนำมาให้แห้งโดยแสงแดดหรือเครื่องให้ความร้อน โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จะปอกเปลือกหรือไม่ก็ได้ และการปอกเปลือกสามารถทำได้ก่อนหรือหลังการทำแห้ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2533)

1.3 เครื่องปรุงรสน้ำพริก

เครื่องปรุงรสน้ำพริก มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งสำหรับน้ำพริกโดยเฉพาะน้ำพริกที่เป็นพวกเครื่องจิ้ม เครื่องจิ้มของไทยมักมีรสชาติทั้ง 3 รส คือ รสเปรี้ยว เค็ม หวาน นอกเหนือจากรสเผ็ด เครื่องปรุงรสที่กล่าวมาแล้ว ได้แก่ น้ำปลา น้ำตาล น้ำมะขามเปียก เกลือ น้ำมะนาว เป็นต้น ซึ่งการที่จะนำเครื่องปรุงชนิดใดชนิดหนึ่งมาใช้ นั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำพริกนั้นๆ สำหรับในส่วนของน้ำพริกเผา เครื่องปรุงรสที่ใช้กันโดยทั่วไป คือ

1.3.1 น้ำตาล

น้ำตาล เป็นเครื่องปรุงรสอีกชนิดหนึ่งที่ทำให้ความหวานมาก ซึ่งจะใช้น้ำตาลที่ทำมาจากน้ำตาลมะพร้าว ชาวบ้านเรียกน้ำตาลมะพร้าว เพราะทำจากน้ำหวานของจันทมะพร้าว เต๋วไฟจนได้เนื้อน้ำตาล นำไปใส่ป๊อบ จึงเรียกว่า น้ำตาลป๊อบ จะให้รสหวานนุ่มกว่า น้ำตาลทราย ส่วนน้ำตาลปึก ทำจากน้ำหวานเต๋วของจันทน้ำตาลนำมาเต๋วไฟเช่นเดียวกับน้ำตาลมะพร้าว เมื่อได้เนื้อน้ำตาลก็นำมาหยอดในแม่พิมพ์เป็นรูปกลมๆ ประคบเข้าด้วยกันเป็นปึก ซึ่งจะมึกลิ่นหอมกว่าน้ำตาลป๊อบ ทั้ง 2 อย่างใช้ทดแทนกันได้ ส่วนน้ำตาลทรายทำจากรสหวานของน้ำตาลอ้อย ผ่านขบวนการทางอุตสาหกรรม สะดวกต่อการเก็บในภาชนะต่างๆ และนำมาใช้งาน ให้รสหวานแหลมกว่าน้ำตาลป๊อบ สามารถใช้แทนกันได้

1.3.2 น้ำปลา

ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 18 (พ.ศ. 2532) น้ำปลา หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว และมีรสเค็ม ใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสของอาหาร

ในขณะที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2526) ได้ให้บทนิยามของน้ำปลาไว้ดังต่อไปนี้ น้ำปลาหมายถึง ของเหลวที่ได้จากการหมักปลา หรือส่วนของปลากับเกลือ หรือกากปลาที่เหลือจากการหมักกับเกลือตามกรรมวิธีการทำน้ำปลา

น้ำปลาเป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักคองที่ใช้เป็นเครื่องปรุงรส ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ คือ ปลาตัวเล็กและเกลือ ปลาที่ใช้อาจเป็นปลาน้ำจืดหรือปลาทะเลก็ได้ ปลาน้ำเค็มที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำน้ำปลาส่วนมากเป็นปลาขนาดเล็ก และที่นิยมใช้ทำน้ำปลาที่มีคุณภาพสูง ได้แก่ ปลาไส้ตัน (*Stolephorus indicus*) รองลงมา คือ ปลากระตัก (*Stolephorus trill*) และปลามะลิ (*Stolephorus commersonii*) (นฤดม บุญหลง, 2532)

1.3.3 มะขามเปียก

มะขามเปียก เป็นมะขามเปรี้ยวแก่จัด แกะเปลือกออกเหลือแต่เนื้อใน ใช้ปรุงเป็นน้ำพริก มะขามเปียก น้ำพริกปลาอย่าง น้ำพริกตาแดง น้ำพริกเผา นอกจากนี้จะใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำพริกแล้ว เรายังใช้เพื่อปรุงรสอาหารประเภทต้มยำ ส้มตำ รวมทั้งน้ำพริกหลนต่างๆ ในการใช้มะขามเปียกจะต้องเลือกมะขามเปียกที่ใหม่สด สีน้ำตาลออกไปทางแดง ไม่ควรใช้มะขามที่มีสีดำ จะทำให้น้ำพริกมีสีผิดเพี้ยนไปไม่น่ารับประทาน มะขามเปียกที่ดีควรมีรสเปรี้ยวอมหวานนิดๆ จะทำให้น้ำพริกกลมกล่อม (ทวีศักดิ์ เกษปทุม, 2540)

1.3.4 น้ำมันถั่วเหลือง

น้ำมันถั่วเหลืองได้มาจากเมล็ดถั่วเหลือง มีน้ำมันประมาณร้อยละ 20 ต่อน้ำหนักแห้ง น้ำมันถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดีจะมีสีเหลือง สีของน้ำมันถั่วเหลือง ขึ้นกับการทำงานของ alkali refining ซึ่งจะช่วยลดความเข้มของสีให้อ่อนลงได้ น้ำมันถั่วเหลืองที่ได้จากเมล็ดที่ยังไม่แก่หรือมีสีเขียว อาจมีคลอโรฟิลล์ปนอยู่ ทำให้น้ำมันมีสีเขียวซึ่งผิดปกติ นอกจากนั้นน้ำมันที่ได้จากเมล็ดที่มีคุณภาพไม่ดีเสียหายหรือเมล็ดแตก อาจทำให้ได้น้ำมันที่มีสีน้ำตาล ซึ่งไม่สามารถที่จะทำให้สีเปลี่ยนเป็นปกติโดยวิธีการรีไฟน์ และการฟอกสี กรดไขมันที่สำคัญในน้ำมันถั่วเหลือง คือ กรดลิโนเลอิก มีอยู่ประมาณร้อยละ 43-56 กรดลิโนเลนิก ประมาณร้อยละ 5-11 และกรดไขมันชนิดอิ่มตัว ร้อยละ 11-26 การแปรปรวนของส่วนประกอบทำให้ค่าไอโอดีนเปลี่ยนไป น้ำมันถั่วเหลืองส่วนมากใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมาของเนส และน้ำมันสกัดทุกชนิด น้ำมันสำหรับทอดที่ได้จากพืชน้ำมัน ใช้ในการประกอบอาหารโดยทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดพลังงานความร้อนให้กับอาหาร ซึ่งน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับทอดที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์แล้ว ส่วนใหญ่เสถียรภาพดี และเก็บที่อุณหภูมิห้องได้ประมาณ 1 เดือน

1.4 เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่ทำให้เกิดโรคในผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผา

1.4.1 การแบ่งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหาร

ICMSF (1986) ได้แบ่งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหารตามความรุนแรง แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

อันตรายขั้นรุนแรง มีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพ (Severe, direct health hazards) เช่น *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Clostridium botulinum*, *Salmonella typhi* และ *S. paratyphi* A และ B

อันตรายปานกลาง แต่อาจแพร่กระจายได้ (moderate hazards with potentially extensive spread) เช่น *Salmonella spp.*, pathogen *E. coli* (เช่น enterotoxigenic), *Streptococcus pyogenes* และ *Shigella spp.*

อันตรายปานกลางสามารถควบคุมได้ (moderate hazard with limited spread) เช่น *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Camphylobacter jejuni* และ *Yersinia enterocolitica*

ปัญหาที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อการส่งออกผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ปัญหาของคุณภาพสินค้าไม่ได้ตามข้อกำหนดของประเทศผู้นำเข้า และสาเหตุหนึ่งของปัญหามาจากสุขลักษณะอาหารของโรงงานไม่ดีพอ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความสำคัญของด้านคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารจึงเป็นสิ่งที่ผู้ผลิตหลีกเลี่ยงไม่ได้

ในสมัยก่อน โรงงานผลิตอาหารจัดตั้งหน่วยควบคุมคุณภาพ (Quality control, QC) เพื่อสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ออกมาตรวจสอบ และมีหน่วยประกันคุณภาพ (Quality assurance, QA) เพื่อให้แน่ใจว่าระบบคุณภาพมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง แต่อย่างไรก็ตาม การประกันความปลอดภัยของอาหารที่ผลิตก็ยังคงมีปัญหาอยู่ ซึ่งไม่สามารถบ่งชี้ว่าความผิดพลาดเกิดจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนใด ทำให้ต้องเสียเวลาในการแก้ปัญหา และบางครั้งต้องทิ้งผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมาก

ในปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนานำระบบ HACCP (Hazard analysis and critical control point) มาใช้ในการประกันความปลอดภัยของอาหารให้แก่ผู้บริโภค ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ตัวอย่างเช่น ประเทศในกลุ่ม EC ได้กำหนดให้ประเทศกลุ่มสมาชิกนำระบบ HACCP เข้ามาใช้ภายในปี 2538 สำหรับประเทศไทยเองได้กำหนดให้โรงงานที่ส่งผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำไปสหรัฐอเมริกาต้องมี HACCP Manual และกำหนด HACCP Plan ภายในวันที่ 18 ธันวาคม 2540 (สิริพร สธนเสาวภาคย์, 2541) และผลิตภัณฑ์ไก่แช่แข็ง 25 มิถุนายน 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคจากอาหารหรือเกิดอาหารเป็นพิษ (พิสิฐ รังสฤษฏ์วุฒิกุล, 2540) ได้แก่

1. การเก็บรักษาอาหารอย่างไม่ถูกวิธี
2. การให้ความร้อนไม่เพียงพอ
3. ลักษณะส่วนบุคคลที่ไม่ดีของผู้ปฏิบัติงาน
4. การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์พวก pathogens
5. การให้ความร้อนแก่อาหารก่อนการบริโภคที่ไม่ถูกต้อง

1.4.3 การควบคุมการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ (พิสิฐ รังสฤษฏ์วุฒิกุล, 2540) มีดังนี้

1. การวางแผนกระบวนการผลิต และการวางแผนนโยบายการผลิต
2. การควบคุมดูแลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการ

1.4.4 เชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่พบในผลิตภัณฑ์น้ำพริก

สิริพร สธนเสาวภาคย์และคณะ (2536ก) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำพริกสำเร็จรูปในภาชนะบรรจุปิดสนิทที่จำหน่ายในท้องตลาด และการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์น้ำพริกสำเร็จรูป และวิธีการลดปริมาณ พบว่า น้ำพริกสำเร็จรูปทุกตัวอย่างมีค่า A_w ต่ำกว่า 0.85 โดยเฉลี่ย 0.633 ขณะที่ค่า pH เฉลี่ย 5.4 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง $1.2 \times 10^2 - 3.2 \times 10^6$ และเมื่อวินิจฉัยพบว่าเชื้อส่วนใหญ่จะเป็น *Bacillus spp.* และ *Clostridium perfringens* แต่ไม่พบ *Salmonella spp.*, *S. aureus*, *E. coli* และ *B. cereus* ในทุกตัวอย่าง

สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำพริกสำเร็จรูป ได้แก่ หัวหอม กระเทียม กุ้งแห้ง พริกแห้ง สิริพร สธนเสาวภาคย์และคณะ (2536ก) รายงานว่า วัตถุดิบเหล่านี้มีปริมาณจุลินทรีย์ค่อนข้างสูง จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง $1.9 \times 10^4 - 6.0 \times 10^7$ ทั้งนี้พริกแห้งมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนมากที่สุด โดยพบ *E. coli* แต่ไม่พบ *Salmonella spp.* และในวัตถุดิบทุกตัวอย่างที่ศึกษา (หัวหอม กระเทียม กุ้งแห้ง กะปิ พริกแห้ง) พบ *S. aureus* และ *B. cereus* และพริกแห้งมีปริมาณ *Clostridium perfringens* ปนเปื้อนสูงสุด นอกจากนี้ Power et al. (1975) พบว่า จุลินทรีย์ที่พบในพริกแห้งส่วนใหญ่เป็นพวก *Bacillus spp.* และพบเชื้อรากระจายทั่วไปในวัตถุดิบ ซึ่งเชื้อราส่วนใหญ่จะเป็นราเขียวและราดำ Ayres et al. (1980) พบว่าในหัวหอม กระเทียม และพริกแห้ง มีการปนเปื้อนจากหนู แมลงสาบ และแมลงชนิดต่างๆ ตลอดจนอาจมีความชื้นสูง

สำหรับลักษณะของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำพริก สามารถกล่าวถึงได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4.1 *Bacillus spp.*

เป็นแบคทีเรียแกรมบวก เซลล์มีลักษณะเป็นท่อนตรง เป็นพวกที่เจริญได้ทั้งในที่มืดและไม่ใช้ออกซิเจน (facultative anaerobe) และมีทั้งที่เป็นพวก mesophile และ thermophile มีทั้งพวกที่ย่อยโปรตีนได้ค้ำปานกลางและย่อยโปรตีนไม่ได้เลย บางชนิดทำให้เกิดก๊าซ บางชนิดไม่ทำให้เกิดก๊าซ บางชนิดย่อยไขมันได้ บางชนิดย่อยไขมันไม่ได้ สามารถสร้างสปอร์ได้ แต่ไม่ทำให้เซลล์บวม พบแพร่หลายทั่วไปในดิน ละอองฝุ่น น้ำ อาหาร ชื่อ *Bacillus spp.* ที่พบในโดยทั่วไปได้แก่ *B. subtilis* ซึ่งจัดเป็นพวก mesophile อุณหภูมิสูงสุดในการเจริญเติบโตเท่ากับ 44-55 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 5-20 องศาเซลเซียส ชื่อบางชนิดเป็นพวก obligate thermophile เช่น *B. stearothermophilus* อุณหภูมิสูงสุดในการเจริญเติบโตเท่ากับ 65-75 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 30-45 องศาเซลเซียส ในขณะที่บางชนิดเป็นพวก facultative thermophile เช่น *B. coagulans* อุณหภูมิสูงสุดในการเจริญเติบโตเท่ากับ 55-60 องศาเซลเซียส Power et al. (1975) พบว่า จุลินทรีย์ที่พบในพริกแห้ง ได้แก่ *B. stearothermophilus* และ *B. coagulans* สิริพร สรณเสาวภาคย์และคณะ (2536ก) พบว่า น้ำพริกที่บรรจุในภาชนะเปิดมีปริมาณเชื้อ *B. cereus* ในปริมาณค่อนข้างสูง แต่ไม่พบในภาชนะปิด การที่เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายจะก่อให้เกิดปัญหาของโรคอาหารเป็นพิษได้นั้น จะต้องมีจำนวนเซลล์ของแบคทีเรียจำนวนมากพอ คือ 10^7 เซลล์/กรัม สำหรับผู้ใหญ่ และ 10^6 เซลล์/กรัม สำหรับเด็ก อาการของผู้ที่ได้รับเชือนี้จะปวดท้อง คลื่นไส้และอาเจียนภายหลังการบริโภคอาหาร 8-16 ชั่วโมง แต่อาการไม่รุนแรง (พวงพร โขติไกร, 2534)

1.4.4.2. *Clostridium perfringens*

Clostridium perfringens เป็นเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning bacteria) ที่สำคัญชนิดหนึ่ง เพราะสามารถผลิตสารพิษได้ 6 ชนิด คือ A B C D E และ F แต่ที่ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษคือ A พบแพร่กระจายทั่วไปในดิน อากาศ ฝุ่นละออง น้ำ ขยะ อุจจาระของคนและสัตว์ ตลอดจนอาหารต่างๆ ทั้งอาหารดิบ และอาหารที่ผ่านกระบวนการแล้วปนเปื้อนภายหลัง *Clostridium perfringens* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปท่อน สร้างสปอร์ เป็นแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศในการเจริญ (anaerobic bacteria) เจริญได้ดีที่ pH 5.0-8.5 อุณหภูมิ 15-43 องศาเซลเซียส อาการเป็นพิษที่เกิดจากเชือนี้ จะเกิดเมื่อรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนด้วย vegetative cell ของ *Clostridium perfringens* 10^6 - 10^8 เซลล์/กรัม เชื้อนี้จะแบ่งตัวสร้างสปอร์ในลำไส้เล็กและผลิตสารพิษ (enterotoxin) ออกมา อาการโดยทั่วไปคือ ปวดท้อง ท้องเสีย อาเจียน ระยะฟักตัวของเชื้อประมาณ 8-24 ชั่วโมง (Hatheway et al., 1980) ส่วนสิริพร สรณเสาวภาคย์และคณะ (2536ข) พบว่า น้ำพริกสำเร็จรูปที่ขายอยู่ทั่วไปมี *Clostridium perfringens* อยู่ร้อยละ 11.1 ของตัวอย่างที่ตรวจสอบทั้งหมด และวัตถุดิบที่ใช้สำหรับผลิตน้ำพริก พบว่า พริกแห้งมีเชื้อ *Clostridium perfringens* ปนเปื้อนอยู่ แต่เมื่อนำพริกแห้งที่มีเชื้อ

Clostridium perfringens ตั้งคั้น 10^5 เซลล์/กรัม ไปอบที่ 80 องศาเซลเซียส จะตายหมดภายใน 8 ชั่วโมง

1.4.4.3. *Staphylococcus aureus*

เป็นเชื้อที่ใช้เป็นครรรชนีถึงสัญลักษณ์ของการผลิตในโรงงานผลิตอาหาร *S. aureus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างกลม มักจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น มีโคโลนีสีเหลืองทองเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เมื่อมีจำนวน 10^6 เซลล์/กรัม หรือมีสารพิษประมาณ 1 μg จะทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ *S. aureus* สามารถผลิตสารพิษ (enterotoxin) ได้ถึง 5 ชนิด คือ A B C D และ E แต่อาหารเป็นพิษส่วนใหญ่มักเกิดจาก type A แบคทีเรียชนิดนี้ไม่ทนความร้อนและไม่ทนคลอรีน เซลล์ถูกทำลายที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ที่อุณหภูมิ 66 องศาเซลเซียส นาน 12 นาที และที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที Troller (1972) พบว่า *S. aureus 10^6 เซลล์/กรัม ถูกทำลายหมดที่อุณหภูมินี้ นอกจากนี้การใช้คลอรีน 0.8 ppm นาน 30 วินาที ก็สามารถทำลาย *S. aureus* ได้เช่นกัน (มาลัย บุญรัตนกิจ, 2539) เชื้อ *S. aureus* เป็นแบคทีเรีย facultative anaerobe เจริญได้ดีในสภาวะที่มีอากาศ แต่ถ้ามีอากาศเพียงเล็กน้อยก็เจริญได้เช่นกัน ซึ่งในสภาวะที่อากาศเพียงเล็กน้อยนั้น อาหารจะต้องมีค่า Aw อย่างต่ำ 0.90 เชื้อจึงจะเจริญได้ สำหรับในสภาวะที่มีอากาศ เชื้อสามารถเจริญได้ในอาหารที่มี Aw ต่ำถึง 0.86 คือแบคทีเรียที่ทนเกลือได้ถึงร้อยละ 10-20 และทนน้ำตาลที่มีความเข้มข้นมากถึงร้อยละ 50-60 นอกจากนี้เชื้อนี้ยังทนต่อไนโตรที่ได้อีกด้วย แหล่งที่พบเชื้อนี้ได้แก่ คนที่เป็นโรคทางเดินหายใจ หรือมีมือเปื้อนเป็นหนอง สิว จมูกสัมผัสกับอาหาร และอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน เช่น เนื้อสัตว์และน้ำมัน หลังจากที่ถูกบริโภคได้รับสารพิษนี้เข้าไปจะเกิดอาการภายใน 30 นาทีถึง 8 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของผู้ที่ได้รับสารพิษนั้น และปริมาณของสารพิษที่ได้รับเข้าไป โดยทั่วไปภายใน 24 ชั่วโมง จะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องร่วง เหงื่อออกมาก หนาวสั่น หายใจอึดอัด และตัวเย็น ปรีชา วิบูลย์เศรษฐ์และคณะ (2532) พบว่าเชื้อ *S. aureus* ปนเปื้อนในวัตถุดิบกึ่งแข็งค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 60 ของจำนวนตัวอย่างที่สุ่มตรวจสอบทั้งหมด นอกจากนี้ สิริพร สรณเสาวภาคย์และคณะ (2536) พบเชื้อ *S. aureus* กระจายทั่วไปในปริมาณไม่สูงมากนักในวัตถุดิบที่ใช้สำหรับผลิตน้ำพริกทุกตัวอย่าง (พริกแห้ง, กระเทียม, หัวหอม, กะปิ และกุ้งแห้ง)*

1.4.4.4. EEC (*Enteropathogenic Escherichia coli*)

EEC เป็นแบคทีเรียที่ใช้เป็นครรรชนีชี้ให้ทราบว่า การสุขาภิบาลของโรงงานผลิตอาหารนั้นเป็นอย่างไร เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างยาว เรียงตัวเดี่ยวๆ หรือเป็นคู่ ไม่สร้างสปอร์ เจริญได้ดีในอาหารชนิดต่างๆ และสามารถทนต่อสภาวะต่างๆ ได้ดี เช่น สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ (-2) – (50) องศาเซลเซียส และ pH 4.4-9.0 และถ้ามีสารประกอบอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอน และแอมโมเนียมซัลเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจน จะทำให้มีการเจริญเติบโตดีขึ้น แหล่งที่พบเชื้อนี้คือ อุจจาระของคนและสัตว์ และการปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้ เชื้อนี้จะสร้างสารพิษ (enterotoxin) ซึ่งทำให้เกิดท้องเสียอย่างรุนแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุจจาระเหมือนน้ำข้าวข้าว อาเจียน เมื่อบริโภคอาหารที่มีเชื้อนี้อยู่ 10^5 - 10^7 เซลล์/กรัม จะเกิดอาการหลังรับประทานเชื้อเข้าไป 8-44 ชั่วโมง โดยเฉลี่ย 24 ชั่วโมง

E. coli O157:H7 เป็นเชื้อที่ทำให้เกิดโรคในอาหารเมื่อปี 1982 ซึ่งเป็นเชื้อที่ไม่เหมือนเชื้อ *E. coli* โดยทั่วไปคือตรวจพบได้ยาก และความรุนแรงอาจทำให้ตายได้โดยเฉพาะในเด็ก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตเท่ากับ 44.5-45.5 องศาเซลเซียส เชื้อ *E. coli* O157:H7 พบทั่วไปในสัตว์ประเภทที่ให้นม เช่น วัว ควาย และผลิตภัณฑ์นม เนื้อ ในการระบาดของเชื้อถึง 6 ครั้ง มาจากเนื้อบด ดังนั้นถ้าให้ความร้อนอาหารไม่เพียงพอ ส่วนภายในของเนื้อบดก็จะมีเชื้อมีปนเปื้อนอยู่ ส่วนนมที่มีการปนเปื้อนของเชือนี้ระหว่างการรีด แต่อุณหภูมิพาสเจอร์ไรส์ก็สามารถทำลายเชื้อนี้ได้ เชื้อ *E. coli* โดยทั่วไปมีค่า D value ในเนื้อบดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เท่ากับ 45 วินาที ส่วนใหญ่อาหารที่เป็นสาเหตุของโรคนี้คือแฮมเบอร์เกอร์ที่ปรุงไม่สุก ดังนั้น FDA และ America Meat Institute (AMI) จึงได้กำหนดให้การปรุงแฮมเบอร์เกอร์ที่อุณหภูมิสูงถึง 155 องศาฟาเรนไฮต์ (สิริพร สธนเสาวภาคย์, 2539) *E. coli* O157:H7 จะผลิตสารพิษ ทำให้เกิดอาการในเด็กที่เรียกว่า hemorrhagic colitis อาการของผู้ป่วยคือ ท้องเดิน ถ่ายเป็นเลือด และปวดท้อง ทำให้ถึงตายได้ และยังสามารถทำให้เกิดโรค hemolytic uremic syndrome ทำให้ไตวายเฉียบพลันในเด็กและยังทำอันตรายกับสมองส่วนกลางด้วยระยะฟักตัวของเชื้อประมาณ 3-4 วัน และในปัจจุบันยังไม่มีโครธาบปริมาณที่แน่นอนของเชื้อในอาหารที่จะทำให้อาหารเป็นพิษ อิศร เสวตวิวัฒน์และคณะ (2537) กล่าวว่า การตรวจพบเชื้อ *E. coli* ในผลิตภัณฑ์เป็นการบ่งชี้ว่าขั้นตอนการผลิตไม่ถูกสุขลักษณะ มีการปนเปื้อนของเชื้อภายหลังการให้ความร้อน ซึ่งอาจเนื่องมาจากสุขลักษณะส่วนบุคคลของโรงงานไม่ดี สิริพร สธนเสาวภาคย์และคณะ (2536) พบว่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำพริกเกือบทุกตัวอย่างมีเชื้อ *E. coli* ปนเปื้อนอยู่ แต่ไม่พบเชื้อมีอยู่ในผลิตภัณฑ์น้ำพริก

2. กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

2.1 ความเป็นกรดต่างของอาหาร (pH)

pH เป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในกระบวนการฆ่าเชื้อในอาหาร ทั้งนี้เพราะ pH มีผลโดยตรงต่อกระบวนการให้ความร้อน และความสามารถในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ปกติจุลินทรีย์จะทนความร้อนได้มากที่สุด เมื่อเจริญในสภาพที่มีความเป็นกรดต่างที่เหมาะสม โดยสามารถแบ่งกลุ่มอาหารตามความเป็นกรดต่างได้เป็น

2.1.1 อาหารที่มีสภาพเป็นกรดต่ำ (*Low acid food*) มี pH มากกว่า 4.6 และมีค่า A_w มากกว่า 0.85 แต่ไม่รวมถึงเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ได้แก่ เนื้อสัตว์ อาหารทะเล นม และผักบางชนิด เช่น ข้าวโพด ถั่ว หน่อไม้ฝรั่ง อาหารพวกซूप ซอส สตู สปาเก็ตตี้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ที่สำคัญที่ทำให้อาหารกลุ่มนี้เกิดการเสื่อมเสีย แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ

2.1.1.1 กลุ่มที่ทนความร้อนสูง (Thermophiles) ได้แก่

- พวกที่ทำให้เกิด flat sour ได้แก่ *B. stearothermophilus*
- พวกที่ไม่ต้องการอากาศและไม่ผลิต H₂S ได้แก่ *Cl. thermosaccharolyticum*
- พวกที่ไม่ต้องการอากาศและผลิต H₂S ได้แก่ *Desulfotomaculum nigrificans*

2.1.1.2 กลุ่มที่ทนความร้อนปานกลาง (Mesophiles) ได้แก่

- พวกที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobe) ได้แก่ *Cl. botulinum*, *Cl. sporogenes*, *Cl. butyricum*, *Cl. pasteurinum*
- พวกที่เจริญได้ทั้งในที่ที่มีอากาศและไม่มีอากาศ (Facultative anaerobe) ได้แก่ *B. licheniformis*, *B. cereus*, *B. megaterium*

2.1.2 อาหารที่มีสภาพเป็นกรด (Acid food) มี pH 3.7-4.6 ได้แก่ มะเขือเทศ แพร่ สับปะรด และผลไม้ต่างๆ

จุลินทรีย์สำคัญที่ทำให้อาหารในกลุ่มนี้เกิดการเสื่อมเสีย มักเป็นพวกที่สร้างสปอร์ แบ่งเป็น

- พวกที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobes) ได้แก่ *Cl. butyricum*, *Cl. pasteurianum*
- พวกที่เจริญได้ทั้งในที่ที่มีอากาศและไม่มีอากาศ ได้แก่ *B. coagulans*

2.1.3 อาหารที่มีสภาพเป็นกรดสูง (High acid food) มี pH น้อยกว่า 3.7 ได้แก่ ผักคอง น้ำส้มต่างๆ แยม เยลลี่

จุลินทรีย์ที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย ไม่มีพวกแบคทีเรีย คงมีแต่เชื้อสเตรปโตมัยซีตและราบางชนิด คือ *Penicillium striatum*

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

2.2.1 คุณสมบัติในการทนทานต่อความร้อนของสปอร์จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร การทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารต้องพิจารณาระดับอุณหภูมิและปริมาณความร้อนที่ต้องการ นอกจากนี้ยังต้องศึกษาถึงความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์

2.2.2 อัตราเร็วที่ปริมาณความร้อนแทรกผ่านไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหาร เวลาที่ใช้จะทำให้จุดที่ร้อนช้าที่สุดในภาชนะถึงอุณหภูมิที่ต้องการ

2.3 ความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์

2.3.1 ชนิดและจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น ความร้อนในการทำลายยีสต์และราง่ายกว่าแบคทีเรีย และสปอร์ของแบคทีเรียทนความร้อนได้ดีกว่าเซลล์ธรรมดา (vegetative cell) ระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อขึ้นกับจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น ถ้าปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นมากกว่าที่กำหนดไว้ อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดไว้ในกระบวนการฆ่าเชื้อก็จะไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้หมด ก่อให้เกิดปัญหาอาหารผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ (Under process)

2.3.2 อายุของจุลินทรีย์ ระยะเวลาเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะมีผลต่อการทนทานความร้อน จุลินทรีย์มีความต้านทานต่อความร้อนได้สูงสุดในช่วงที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว หรือระยะสเตชันนารีเฟส (Stationary phase) รองลงมาคือช่วงแลกเฟส (Lag phase) ซึ่งเป็นช่วงพักตัวก่อนเริ่มการเจริญเติบโต ส่วนช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วหรือช่วงลอการิทึมเฟส (Logarithmic phase) จุลินทรีย์ไม่ทนความร้อน

2.3.3 อุณหภูมิ จุลินทรีย์จะทนความร้อนได้มากที่สุด เมื่อเจริญในสภาพที่อุณหภูมิเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (Optimum temperature) ดังนั้นอุณหภูมิที่อาหารถูกทิ้งไว้ก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อจะมีผลต่อการต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์

2.3.4 ลักษณะของอาหาร จุลินทรีย์สามารถทนความร้อนได้มากขึ้น เมื่อปริมาณน้ำในอาหารลดลง (Water activity) สารประกอบต่างๆที่เป็นองค์ประกอบของอาหาร เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกลือ (เกลือของแคลเซียมและแมกนีเซียม) รวมทั้งเกลือแกงและน้ำตาลที่เติม ซึ่งจะมีผลช่วยเพิ่มความต้านทานของจุลินทรีย์

2.3.5 ความเป็นกรดค้างของอาหาร (pH) มีผลโดยตรงต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและความสามารถในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ปกติจุลินทรีย์จะทนความร้อนได้มากที่สุดเมื่อเจริญในสภาพที่มีพีเอชเหมาะสม (Optimum pH)

2.4. ช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุ (Headspace)

ส่วนของช่องว่างเหนืออาหารในภาชนะบรรจุมีความสำคัญต่อการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ ต้องมีปริมาณพอเหมาะ เนื่องจากการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจะเกิดแรงดันภายในขึ้นเนื่องจาก

1. อาหารภายในภาชนะขยายตัว
2. ความดันไอน้ำภายในภาชนะเพิ่มขึ้น
3. อากาศและก๊าซอื่นในช่องว่างภายในภาชนะบรรจุขยายตัว

อาหารกระป๋องเมื่อผ่านการให้ความร้อนจะทำให้เกิดแรงดันภายในมาก แรงดันภายในเหล่านี้จะถูกควบคุมโดยการขยายตัวของกระป๋องและการโป่งพองของฝากระป๋องซึ่งรีดลอนไว้ ดังนั้นจึงต้องเหลือช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุไว้ส่วนหนึ่งเพื่อรองรับการขยายตัวของอาหารและก๊าซภายในภาชนะบรรจุ และช่องว่างนี้ยังช่วยในการถ่ายเทความร้อน ในกรณีที่มีการพลิกกลับไปมาของภาชนะบรรจุในระหว่างการให้ความร้อน

ในการบรรจุและปิดผนึกมีตัวแปรที่ต้องควบคุม 3 ประการ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชนิดและปริมาณของก๊าซในช่องว่างเหนืออาหารที่บรรจุ โดยปกติมักจะเป็นอากาศ ในบางกรณีอาจมีการบรรจุก๊าซเฉื่อยแทน

2. ปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหาร โดยทั่วไปจะต้องควบคุมปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุมีค่าไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรภาชนะบรรจุ (Heid และ Joslyn, 1963) การวัดช่องว่างภายในภาชนะบรรจุสามารถทำได้ 2 วิธี คือการวัดระยะทางจากขอบบนของส่วนโค้งหรือตะเข็บจนถึงผลิตภัณฑ์ (Gross headspace, GHS) และการวัดระยะจริงจากฝากระป๋องจนถึงผลิตภัณฑ์ (Net headspace) ค่าสูงสุดของ GHS สำหรับกระป๋องแต่ละขนาด แสดงดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 GHS สูงสุดสำหรับกระป๋องโลหะแต่ละขนาด

ขนาด	ชื่อกระป๋อง	GHS สูงสุด (นิ้ว)
211 × 400	เบอร์ 1 (ปิดมิด)	18/32
303 × 406	เบอร์ 303	19/32
307 × 306	เบอร์ 2 (สูญญากาศ)	16/32
307 × 409	เบอร์ 2	19/32
401 × 411	เบอร์ 2 ½	20/32
603 × 700	เบอร์ 10	27/32

ที่มา : Heid และ Joslyn (1963)

ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ถ้าปริมาตรช่องว่างเหนืออากาศน้อยเกินไป อันเนื่องมาจากการบรรจุอาหารที่มากเกินไป เวลาในการฆ่าเชื้อที่คำนวณไว้อาจไม่เพียงพอเนื่องจากอัตราการส่งผ่านของความร้อนลดลงและมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของอาหารภายใน ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลง ค่า F_0 ของกระบวนการจะลดลงถ้ามีปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารมากเกินไป จะทำให้น้ำหนักสุทธิของอาหารต่ำกว่ามาตรฐาน อากาศภายในภาชนะบรรจุที่มากเกินไปจะทำให้อาหารซึ่งเก็บภายในภาชนะบรรจุเกิดการเสื่อมเสีย และภาชนะบรรจุอาจเกิดการกัดกร่อน

3. สภาวะความดันภายในช่องว่างเหนืออาหาร ความดันในช่องว่างเหนืออาหารจะต้องต่ำกว่าความดันของบรรยากาศภายนอก หรือเรียกว่าเป็น “สูญญากาศ” ซึ่งจะต้องมีการไล่อากาศออกจากบริเวณของช่องว่างนี้

2.5 สูญญากาศ (Vacuum)

สูญญากาศภายในภาชนะบรรจุ คือ ผลต่างของความดันภายในภาชนะบรรจุกับความดันของบรรยากาศภายนอก ดังนั้นถ้าความดันภายในภาชนะบรรจุเท่ากับความดันบรรยากาศภายนอก ค่าสูญญากาศจะเป็นศูนย์ ถ้าสูญญากาศภายในภาชนะบรรจุมีค่า 30 นิ้ว แสดงว่าสามารถไล่อากาศหรือก๊าซอื่นๆออกจากภาชนะบรรจุได้หมด (Heid และ Joslyn, 1963)

ในกระบวนการบรรจุกระป๋อง จำเป็นต้องทำให้เกิดสภาวะสูญญากาศภายในภาชนะบรรจุเนื่องจากเหตุผลหลายประการ คือ

1. เพื่อให้ฝากระป๋องโค้งเว้าเข้าด้านในตลอดช่วงอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นว่าอาหารภายในยังคงมีสภาพดี เนื่องจากการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดเนื่องจากจุลินทรีย์จะเกิดก๊าซขึ้นภายในและดันฝาภาชนะบรรจุให้โป่งพองออก

2. ช่วยลดปริมาณออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุ เป็นการช่วยลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์ภายใน เช่น การเปลี่ยนแปลงสีของอาหารบางชนิด ปฏิกิริยาของการเกิดออกซิเดชัน (oxidation)

3. ลดแรงดันภายในภาชนะบรรจุในระหว่างการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ ทำให้ส่วนของฝาภาชนะบรรจุไม่เกิดการบิดเบี้ยว เสียรูปร่าง หรือไม่เกิดการรั่วที่ตะเข็บ

ระดับสูญญากาศที่น้อยเกินไป จะทำให้กระป๋องหรือภาชนะบรรจุมีลักษณะบวม เนื่องจากแรงดันภายในของก๊าซที่ขยายตัว เมื่อได้รับความร้อนระหว่างฆ่าเชื้อจะดันฝาภาชนะให้โป่งออก

ระดับสูญญากาศที่มากเกินไป จะทำให้ภาชนะบุบ กรณีนี้มักเกิดกับภาชนะบรรจุที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากพื้นที่ผิวในการรับแรงกดดันของบรรยากาศมาก

2.6 การไล่อากาศ (Exhausting)

การไล่อากาศ คือ การให้ความร้อนต่ออาหารในภาชนะบรรจุก่อนการปิดฝา หรือการทำให้ภาวะภายในภาชนะบรรจุและอาหารภายในภาชนะบรรจุเป็นสูญญากาศเพื่อ

1. ลดปริมาณออกซิเจน ป้องกันการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและชีวเคมี
 2. เป็นครุชนิในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของ food spoilage
 3. ลดปริมาณจุลินทรีย์บางส่วนก่อนทำการฆ่าเชื้อ
 4. รองรับการขยายตัวของอาหาร และป้องกันการบิดตัวของฝาระหว่างการให้ความร้อน
- การไล่อากาศมี 4 วิธี คือ

2.6.1 การบรรจุอาหารขณะร้อน (Hot filling)

ใช้กับอาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบและต้องผ่านการให้ความร้อนก่อนการบรรจุ โดยบรรจุอาหารที่อุณหภูมิใกล้จุดเดือดของน้ำจะทำให้เกิดความดันของไอน้ำประมาณ 1 บรรยากาศในส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของช่องว่างภายใน ดังนั้นถ้ารีบปิดฝักและทำให้เย็น ไขมันจะควบแน่นและทำให้เกิดสุญญากาศได้ และเมื่อถูกทำให้เย็นจะเกิดการหดตัวของอาหารซึ่งจะทำให้เกิดสุญญากาศได้ วิธีนี้ใช้ได้ผลกับการลดปริมาณก๊าซในช่องว่างภายในภาชนะและในเนื้ออาหาร และยังเป็นการลดระยะเวลาการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อเนื่องจากการให้ความร้อนเบื้องต้น (Preheat) วิธีนี้มีข้อเสีย คือ ภาชนะบรรจุและฝาถ้าไม่ร้อนจะดึงความร้อนส่วนหนึ่ง ทำให้เกิดอุณหภูมิต่ำบางแห่งภายในภาชนะ และเกิดสุญญากาศน้อย นอกจากนี้ถ้าเกิดการล่าช้าในระหว่างการบรรจุและปิดฝักฝาจะทำให้เกิดสุญญากาศน้อยด้วย โดยทั่วไปนิยมบรรจุที่ 160-180 องศาฟาเรนไฮต์

การไล่อากาศแบบนี้เหมาะสำหรับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน โดยอุณหภูมิของอาหารขณะบรรจุและปริมาตรช่องว่างภายในภาชนะจะมีผลต่อสุญญากาศที่เกิดขึ้น การบรรจุที่อุณหภูมิสูงและมีช่องว่างเนื้ออาหารน้อย จะทำให้เกิดสุญญากาศภายในภาชนะมากขึ้น

2.6.2 การใช้ความร้อน (Thermal exhausting)

โดยนำภาชนะที่บรรจุอาหารแล้ว อาจเปิดฝาหรือปิดฝาบางส่วน ผ่านอ่างน้ำร้อนหรือห้องไอน้ำ (exhaust box) ซึ่งควบคุมอุณหภูมิไว้ อาหารและภาชนะบรรจุจะถูกทำให้ร้อนจนมีอุณหภูมิ 80-95 องศาเซลเซียส แล้วรีบนำไปปิดฝาทันที วิธีนี้ไม่ทำให้เกิดอุณหภูมิต่ำในบางที่เหมือนกับการบรรจุอาหารขณะร้อน เหมาะกับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อน ซึ่งจะเพิ่มอุณหภูมิของอาหารได้อย่างรวดเร็ว สำหรับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนก็อาจใช้วิธีนี้ได้ แต่จะต้องให้ความร้อนเป็นเวลานานจนกว่าอุณหภูมิของอาหารจะสูงขึ้นถึงอุณหภูมิที่กำหนด วิธีนี้มักใช้ควบคู่กับการบรรจุขณะร้อน

ในการให้ความร้อน สุญญากาศจะเกิดเนื่องจากอุณหภูมิของอาหารขณะปิดฝา และปริมาตรของช่องว่างเนื้ออาหาร

2.6.3 การใช้วิธีกล (Mechanical exhausting)

ทำโดยการปิดฝักภาชนะที่บรรจุอาหารแล้วภายใต้สภาวะสุญญากาศ ซึ่งเกิดจากเครื่องมือกล โดยไม่จำเป็นต้องให้ความร้อนแก่อาหาร เหมาะสำหรับอาหารที่ไม่ทนต่อความร้อนหรืออาหารแห้ง

วิธีนี้สามารถทำให้เกิดสุญญากาศภายในภาชนะบรรจุสูง เนื่องจากสุญญากาศที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดเนื่องจากการหดตัวของอาหารหรือควบแน่นของไอน้ำ ดังนั้นอุณหภูมิของอาหารขณะปิดฝาและปริมาตรช่องว่างเนื้ออาหารจะไม่มีผลต่อสุญญากาศที่เกิดขึ้น วิธีนี้ไม่เหมาะกับอาหารที่มีความหนืดสูง เพราะจะเก็บกักอากาศไว้ภายในเนื้ออาหารได้ง่าย

2.6.4 การฉีดไอน้ำเข้าไปในส่วนของช่องว่างเหนืออาหารที่บรรจุก่อนการปิดฝา (Steam flow closing)

ทำโดยฉีดไอน้ำเข้าไปแทนที่อากาศหลังจากฉีดไอน้ำได้ตามเวลาที่กำหนด ฝาของภาชนะ ซึ่งถูกทำให้ร้อนแล้วจะเลื่อนลงมาแทนที่พร้อมกับการปิดผนึกฝาโดยอัตโนมัติ หลังจากไอน้ำควบแน่น จะเกิดสุญญากาศขึ้นภายในช่องว่างเหนืออาหาร วิธีนี้ไม่สามารถไล่อากาศที่อยู่ภายในเนื้ออาหารได้ ใช้สำหรับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน สุญญากาศที่เกิดขึ้นภายในภาชนะบรรจุจะ เกิดจากการควบแน่นของไอน้ำ ซึ่งแทนที่อากาศในส่วนช่องว่างเหนืออาหาร ดังนั้นทั้งปริมาตร ของช่องว่างเหนืออาหารและอุณหภูมิอาหารขณะบรรจุ จะมีผลต่อสุญญากาศภายในกระป๋อง แต่ ปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหารจะมีผลมากกว่าอุณหภูมิของอาหาร การเพิ่มปริมาตรของช่องว่างนี้จะ ทำให้สุญญากาศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากกว่าการเพิ่มอุณหภูมิขณะปิดฝา แต่ในการบรรจุจะต้องระวัง ไม่ให้มีฟองอากาศภายในเนื้ออาหาร และต้องควบคุมให้ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารอยู่ในช่วงที่ กำหนด ความสูงของช่องว่างนี้ควรมีค่าประมาณ 10/32 นิ้ว ซึ่งจะทำให้เกิดสุญญากาศที่เหมาะสม

2.7 การถ่ายเทความร้อนภายในกระป๋องและ Cold point ในอาหารกระป๋อง

หลังจากบรรจุอาหารในกระป๋อง ไล่อากาศ และปิดฝาแล้วนำไปให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ จะมีการถ่ายเทความร้อนในอาหารต่างกัน ไปขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของอาหารซึ่งบรรจุอยู่ สามารถแบ่งการถ่ายเทความร้อนในอาหารเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

2.7.1 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน (Conduction)

เป็นอาหารซึ่งมีลักษณะชั้นหนืดหรือเป็นชิ้นแข็งซึ่งมีความชื้นสูงและมีส่วนของของเหลวไหลไปมาเล็กน้อย หรือเป็นลักษณะของอาหารถูกอัดแน่นในภาชนะบรรจุ โอกาสการเคลื่อนตัวของของเหลวมีน้อย เช่น ซุปข้าวโพด น้ำผลไม้เข้มข้น แยม ซุปข้น เป็นต้น อาหารที่อยู่ติดกับผนังกระป๋องที่มีอุณหภูมิสูง เมื่อได้รับความร้อนแล้วจะถ่ายเทพลังงานความร้อนไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าผ่านโมเลกุลของอาหารที่ไม่เคลื่อนที่ โดยจุดที่ร้อนช้าที่สุดจะอยู่บริเวณกึ่งกลางของกระป๋อง ผลิตภัณฑ์อาหารชนิดนี้จึงได้รับความร้อนช้า

2.7.2 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน (Convection)

เป็นอาหารที่มีลักษณะเป็นชิ้นผักผลไม้ในน้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือ หรืออาหารเหลวที่มีความหนืดไม่มาก พวกนี้จะมีการเพิ่มอุณหภูมิของอาหารภายในกระป๋องอย่างรวดเร็ว ถ้าอาหารมีความหนืดมากขึ้น มีการถ่ายเทความร้อนช้าลง

ถ้าเป็นการพาความร้อนแบบธรรมชาติ โดยสาเหตุมาจากความแตกต่างของความหนาแน่นตัวกลาง (อาหารเหลว) โมเลกุลของอาหารเหลวที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าจะเคลื่อนที่ขึ้นข้างบน ขณะที่โมเลกุลที่มีความหนาแน่นมากกว่าจะเคลื่อนที่ลงมาแทนที่ ทำให้เกิดการไหลเวียนของอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

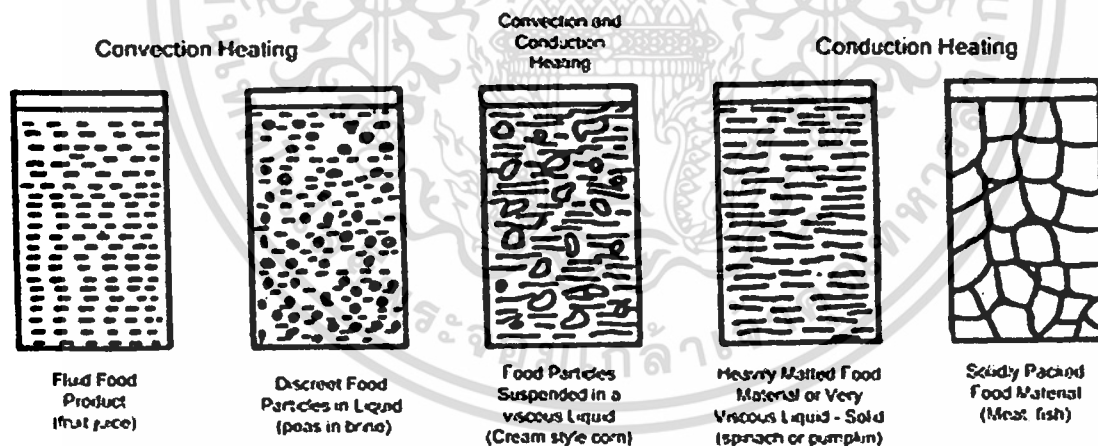
เหลวภายในกระป๋อง ดังนั้นจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหารกระป๋องที่ฆ่าเชื้อโดยวางเรียงในแนวตั้งจะอยู่ที่ประมาณ $\frac{3}{4}$ จากด้านล่างกระป๋องสำหรับกระป๋องขนาดเล็ก และสำหรับกระป๋องขนาดใหญ่จะอยู่ที่ประมาณ $1\frac{1}{2}$ นิ้วจากด้านล่างกระป๋อง (ทิพาพร, 2536)

ถ้าเป็นการพาความร้อนแบบบังคับ (Forced convection) จะมีแรงภายนอกมาบังคับให้โมเลกุลของอาหารเหลวเคลื่อนที่ เกิดการผสมของของเหลวภายในกระป๋องทำให้ถ่ายเทความร้อนเป็นไปได้เร็วขึ้น จึงมักไม่พบจุดที่ร้อนช้าที่สุดหรือถ้ามีก็จะอยู่ที่กึ่งกลางกระป๋อง

2.7.3 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบผสม

ได้แก่อาหารซึ่งมีแข็งในส่วนประกอบมากๆ หรือเป็นวัตถุดิบซึ่งมีแข็งละลายออกมาในระหว่างการให้ความร้อน ซึ่งในช่วงแรกของการให้ความร้อนซึ่งแข็งยังไม่เกิดเจลาติไนเซชัน จะมีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน แต่หลังจากการเกิดเจลาติไนเซชันของแข็ง ความหนืดของอาหารจะเพิ่มขึ้น ทำให้ลักษณะการถ่ายเทความร้อนเปลี่ยนไปเป็นการนำความร้อน กราฟการให้ความร้อนจึงมีลักษณะเป็นเส้นหัก (Broken heating curve) จุดที่ร้อนช้าที่สุดจะอยู่ที่ประมาณกึ่งกลางระหว่างจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำ และแบบการพา (ทิพาพร, 2536)

ภาพที่ 4 การถ่ายเทความร้อนในลักษณะต่างๆ ในอาหาร



ที่มา : Ranganna, 1978

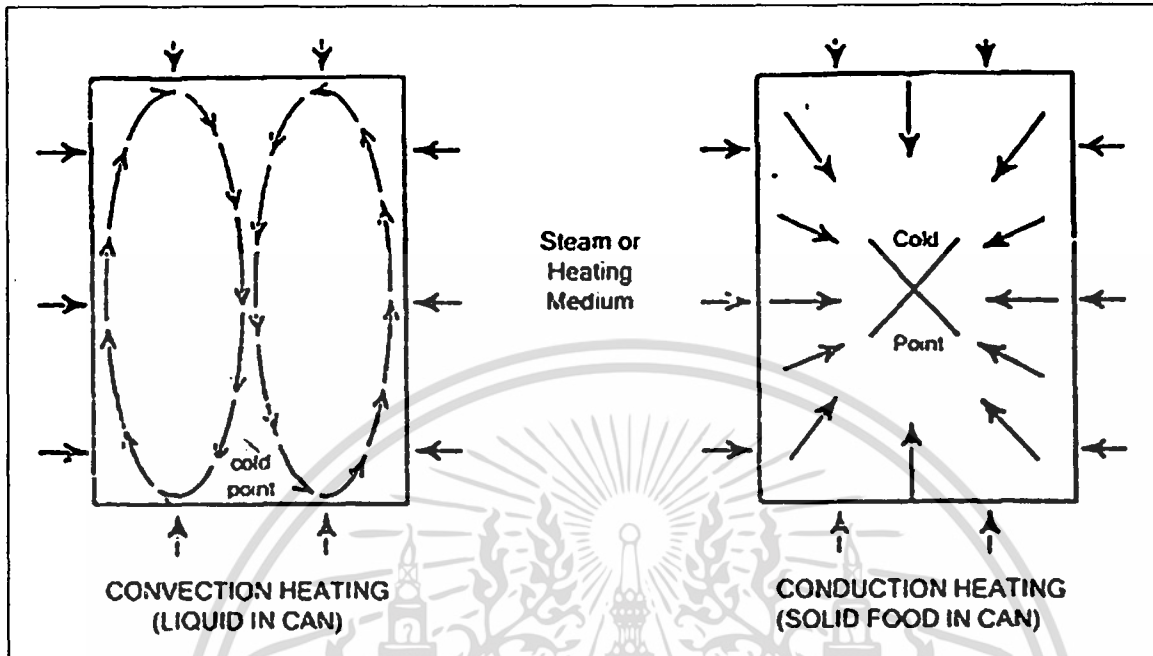
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ภาพที่ 5 แสดงจุดที่ความร้อนเข้าไปถึงช้าที่สุด (Cold point) ในอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการพา (convection) และแบบการนำ (conduction)



ที่มา : Desrosier and Desrosier, 1977

ที่บริเวณ cold point จะสอด thermocouple เพื่อติดตามการเพิ่มอุณหภูมิภายในกระป๋อง เพื่อใช้คำนวณระยะเวลาฆ่าเชื้อต่อไป ในการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อซึ่งมีการพลิกกลับของกระป๋อง แม้ว่าลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาหารจะเป็นการพาความร้อน ก็อาจจะวัดอุณหภูมิที่ cold point ที่จุดกึ่งกลางของกระป๋องเช่นเดียวกับกรณีการนำความร้อน ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพลิกกระป๋องกลับไปมา ส่วนช่องว่างภายในกระป๋องจะช่วยทำให้เกิดการกระจายความร้อนสม่ำเสมอทั่วกระป๋อง

2.8 การเก็บข้อมูล

จะเก็บข้อมูลจากตำแหน่งที่อุณหภูมิของอาหารภายในกระป๋องเปลี่ยนแปลงช้าที่สุด หรือ Cold point แล้วนำมาพลอตบนกระดาษกราฟ เพื่อหาเวลาที่ต้องการในการฆ่าเชื้อ ทำการทดลองโดยบรรจุอาหารลงในกระป๋อง แล้วเสียบ Thermocouple ที่ Cold point เพื่อบันทึกอุณหภูมิของอาหารที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงการฆ่าเชื้อ และทำให้เขียนลงในกรณีที่ไมทราบว่าจะ Cold point อยู่ที่ตำแหน่งใด ต้องทดลองโดยเสียบสาย Thermocouple ที่จุดต่างๆ ตามแนวแกนกลางในแนวตั้งของกระป๋องขนาดใหญ่ ในแนวนอนของกระป๋องขนาดเล็ก โดยทำกระป๋องละจุดเดียว และทำซ้ำหลายๆกระป๋อง แล้วประเมินจากตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงช้าที่สุด มากครั้งที่สุด ข้อมูลอื่นๆที่ต้องการเก็บ ได้แก่

1. อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารในกระป๋อง ก่อนเปิดไอน้ำ
2. เวลาเมื่อเริ่มเปิดไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เวลาที่ปิดท่อ drain (ถ้ามี)
4. เวลาและอุณหภูมิที่ปิด vent
5. เวลาที่ retort ขึ้นถึงอุณหภูมิที่ต้องการ
6. เวลาที่ปิดไอน้ำ

2.9 การคำนวณหาเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Thermal process calculation)

วิธีคำนวณแบ่งเป็น 2 กรณีใหญ่ๆ คือ

1. โดยยึดหลักการเหลือรอดของจุลินทรีย์ที่ cold point
2. โดยยึดหลักความน่าจะเป็นในการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ในภาชนะบรรจุ

การคำนวณที่ใช้กันโดยทั่วไปมักจะเป็นกรณีแรก ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น General method , Improved general method และ Formula method เป็นต้น

2.9.1 General method

วิธีนี้มีหลักการอยู่ว่า อัตราการทำลายจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิใดๆ ในกระบวนการให้ความร้อน (T) จะเป็นส่วนกลับของเวลา (t) ในหน่วยนาที ซึ่งต้องการในการทำลายจุลินทรีย์ที่อุณหภูมินั้น

ข้อมูลเบื้องต้นที่ต้องการในการคำนวณ คือ

1. TDT curve ของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย หรือเป็นอันตราย ซึ่งเป็นชนิดที่ทนความร้อนมากที่สุด
2. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่จุด cold point เมื่อเวลาต่างๆ

ในการคำนวณจะเขียนตารางขึ้น 4 ช่อง (ตารางที่ 1) ช่องแรกเป็นเวลาที่ยืนยันการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในการให้ความร้อน ช่องที่ 2 เป็นอุณหภูมิที่ยืนยันเมื่อเวลาต่างๆ ช่องที่ 3 เป็นค่า thermal death time (TDT) ซึ่งสัมพันธ์กับอุณหภูมิในช่องที่ 2 โดยค่านี้หาจาก TDT curve ส่วนช่องสุดท้ายจะเป็น lethal rate ซึ่งคำนวณได้จากส่วนกลับของ TDT ในช่องที่ 3 เขียนกราฟระหว่าง lethal rate กับเวลา เป็นค่า lethality ดังนั้นพื้นที่ใต้กราฟจึงมีหน่วยเป็น lethality จากนั้นจึงหาพื้นที่ Unit sterilization ซึ่งกำหนดค่าเป็นพื้นที่ซึ่งทำให้เกิดการฆ่าเชื้ออย่างสมบูรณ์ ในการคำนวณเวลาที่ใช้จะเลื่อนเวลาที่ให้ความร้อนไปมาจนพื้นที่ใต้กราฟมีค่าเป็น 1 เวลาที่ได้จะเป็นเวลาต่ำสุดที่ทำให้เกิดการฆ่าเชื้ออย่างสมบูรณ์ จำนวนหน่วยพื้นที่ใต้กราฟที่เท่ากับ Unit sterilization จะขึ้นกับการกำหนดช่วงแกนของกราฟ

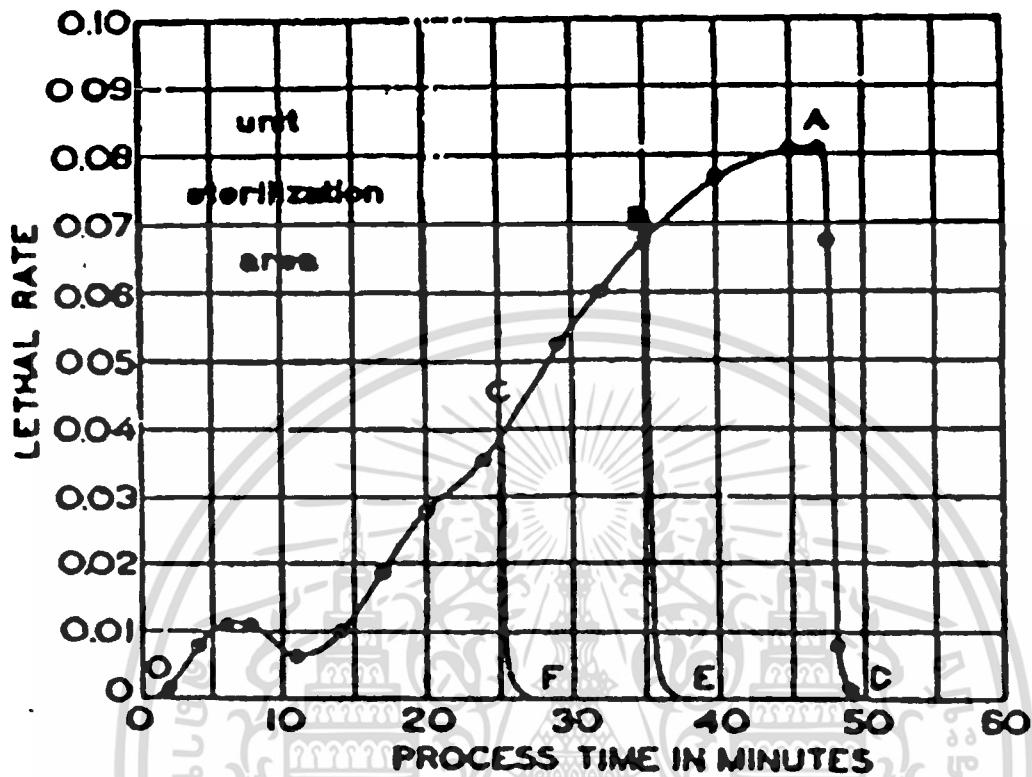
ตารางที่ 2 ตารางข้อมูลที่ใช้ในการเขียนกราฟ lethality

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°F)	TDT (นาที)	lethal rate (1/TDT)
0	82	-	-
2	217	670	0.0015
4	230	129	0.0078
6	233	88	0.0114
8	223	88	0.0114
11	228	165	0.0061
14	232	100	0.0100
17	237	53	0.0189
20	240	36	0.0278
24	242	28	0.0357
29	245	19	0.0526
32	246	16.7	0.0599
35	247	14.8	0.0676
40	248	13	0.0769
45	248.5	12.4	0.0806
47	248.5	12.4	0.0806
47.5	247	14.8	0.0676
48	230	129	0.0078
49	217	670	0.0015

ที่มา : Ranganna, 1978

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6 กราฟระหว่าง lethal rate กับเวลา



ที่มา : Ranganna, 1978

จากภาพที่ 6 พื้นที่ Unit sterilization คือ 20 ตารางหน่วย ดังนั้น ถ้าเวลาที่ให้ความร้อนที่ใช้ทำให้พื้นที่ใต้กราฟมีค่าต่ำกว่า 20 ตารางหน่วย เวลานั้นจะไม่เพียงพอสำหรับการฆ่าเชื้อ

2.9.2 Improved general method

วิธีนี้ได้นำ general method มาปรับปรุงใหม่ให้เหมาะสำหรับงานประจำ โดยสร้าง TDT curve ใหม่ให้ผ่านจุด 1 นาที ที่ 250°F ($F = 1$) พื้นที่ใต้กราฟจะกำหนดในหน่วย sterilizing value (F value) ค่า F หมายถึง เวลาเป็นนาทีที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิ 250°F ของ lethality รวมของการให้ความร้อนที่ cold point ตลอดระยะเวลาฆ่าเชื้อ ที่ค่า F มักจะมีค่า Z และอุณหภูมิกำกับอยู่ด้วย เช่น F_{250} คือค่า F ที่ 250°F เมื่อ $z = 18$ นอกจากนั้นยังกำหนดค่า lethal rate (L) จากสมการ

$$L = \log^{-1} (T-250) / Z$$

เมื่อ L = lethal rate time ที่ 250°F

T = อุณหภูมิใดๆ มีหน่วยเป็น 250°F

Z = จำนวน $^{\circ}\text{F}$ ซึ่งทำให้ TDT curve ผ่าน 1 ช่วง log

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีนี้ในการคำนวณจะต้องรู้ค่า F และค่า Z ของจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนที่สุด ที่ต้องการทำลายเสียก่อน การคำนวณจะคล้ายกับวิธี general method โดยเขียนตารางขึ้น 3 ช่อง ช่องแรกและช่องที่ 2 เป็นเวลาในการให้ความร้อนและอุณหภูมิที่เวลานั้นๆ ตามลำดับ ส่วนช่องที่ 3 จะเป็น lethal rate เมื่อค่า Z ต่างๆกัน เขียนกราฟระหว่าง lethal rate กับเวลา หาพื้นที่ใต้กราฟทั้งหมด ผลคูณของ lethal rate กับเวลา หรือพื้นที่ใต้กราฟ จะเป็นค่า F หากจำนวนพื้นที่ซึ่งทำให้ F เป็น 1 เมื่อนำพื้นที่ใต้กราฟทั้งหมดหารด้วยพื้นที่ที่ทำให้ค่า $F = 1$ จะได้ค่า F ของกระบวนการ นั่นคือค่า F ที่ 250°F เมื่อมีค่า Z ตามกำหนด

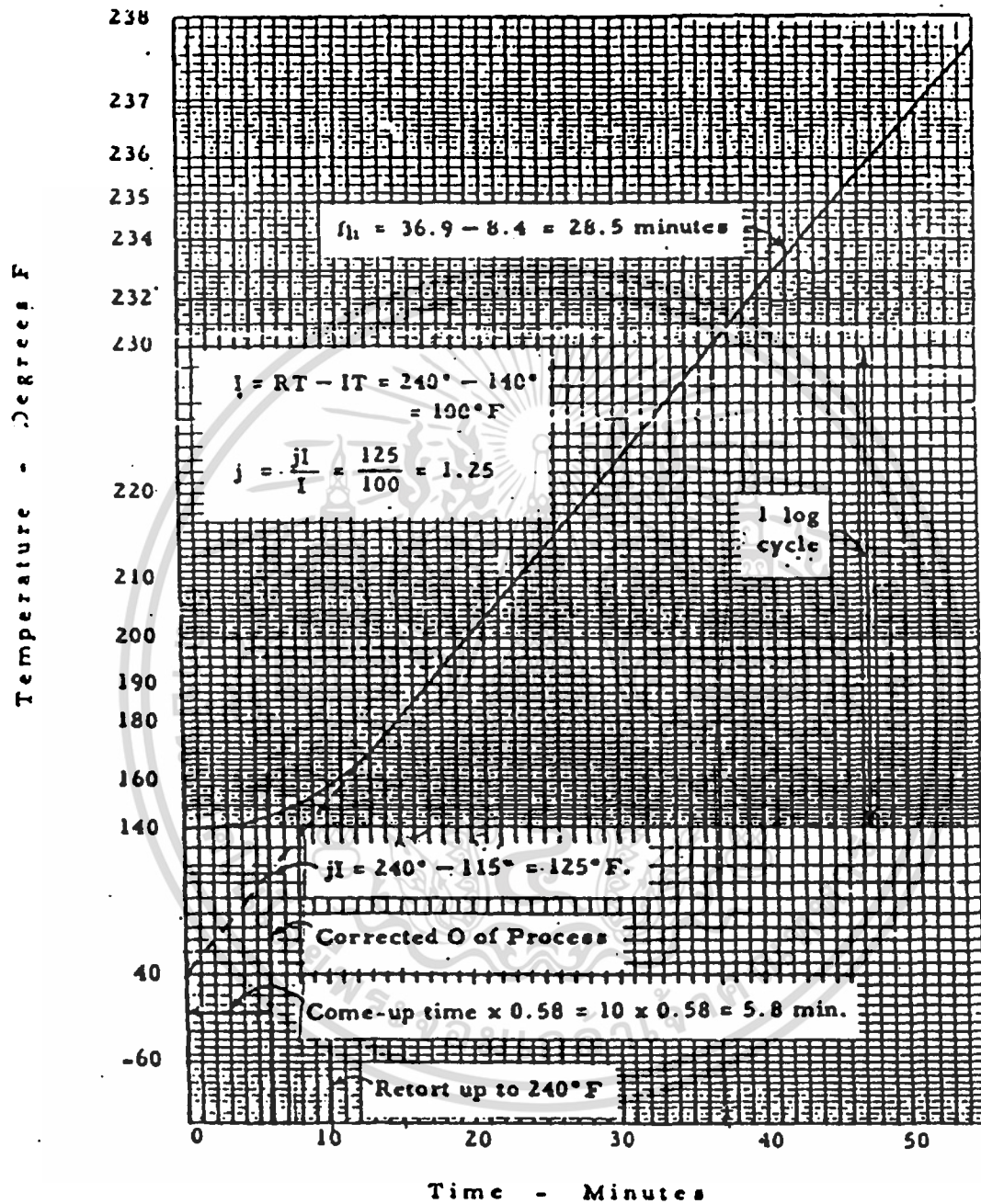
2.9.3 Formula method

เนื่องจากทั้ง 2 วิธีที่กล่าวมาแล้ว ต้องใช้เวลาในการคำนวณมาก จึงมีการพัฒนาวิธีการคำนวณขึ้นเป็น Formula method วิธีนี้คิดได้ง่าย มีความยืดหยุ่นสูง คือสามารถประยุกต์ ในกรณีที่การคำนวณเวลาฆ่าเชื้อเมื่อขนาดกระป๋องและอุณหภูมิของหม้อนึ่งไม่ตรงกับสภาวะที่ใช้ทดลองติดตามการถ่ายเทความร้อน

การคำนวณทำโดยเขียนกราฟการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขณะให้ความร้อนบนกระดาษ semilog โดยให้ผลต่างของอุณหภูมิกระป๋องและหม้อนึ่งอยู่บนแกน log หรืออาจทำโดยกลับกระดาษ log ลง เขียนอุณหภูมิแกนเริ่มต้นต่ำกว่าอุณหภูมิหม้อนึ่ง 1°F แล้วไล่ตัวเลขลงมาจากบนลงล่าง เขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิภายในกระป๋องกับเวลา สำหรับช่วงการทำให้เย็นก็เขียนกราฟเช่นเดียวกันแต่ไม่ต้องกลับกระดาษ โดยเขียนอุณหภูมิไล่ขึ้นจากด้านล่าง เส้นต่ำสุดมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิน้ำที่ใช้ทำให้เย็น 1°F ความชันของกราฟการให้ความร้อน คือ ค่า f_u ซึ่งเป็นเวลาที่ทำให้กราฟผ่าน 1 ช่วง log ส่วนความชันของกราฟการทำให้เย็น คือ f_c

จากกราฟจะได้ค่าต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 7

ภาพที่ 7 กราฟการให้ความร้อนแบบเส้นตรง



ที่มา : National Canners Association Research Laboratories. 1978

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีการกำหนดตัวแปรขึ้นอีกหลายตัว คือ

$$J = \frac{\text{อุณหภูมิหม้อหนึ่ง(RT) - อุณหภูมิเริ่มต้นจริงภายในกระป๋องตามทฤษฎี}}{\text{อุณหภูมิหม้อหนึ่ง(RT) - อุณหภูมิเริ่มต้นจริงภายในกระป๋อง (IT)}}$$

$$I = \text{อุณหภูมิหม้อหนึ่ง(RT) - อุณหภูมิเริ่มต้นจริงภายในกระป๋อง (IT)}$$

$$U = \text{เวลาซึ่งต้องการในการทำลายจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิหม้อหนึ่ง}$$

ในทางปฏิบัติจะเริ่ม โดยการเขียนกราฟการให้ความร้อน และหาค่า F_0 จากกราฟ จากนั้นหาค่า

F_0 จากสมการ

$$F_0 = \log^{-1} (250 - RT) / Z$$

F_0 = เป็นเวลาที่ต้องให้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิหม้อหนึ่ง

เลือกพิจารณาจุลินทรีย์ที่ต้องการทำลาย ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนมากที่สุด เพื่อเลือกค่า F_0 ซึ่งเป็นเวลาเป็นนาทีที่น้อยที่สุดที่ต้องการ ในการทำลายจุลินทรีย์ที่ 250 °F แล้วคำนวณค่า U จาก

$$U = F_0 \times F_0$$

ผลิตภัณฑ์ที่มีการแผ่กระจายความร้อนของอาหารภายในแบบการนำหรือการพาความร้อน จะคำนวณเวลาที่ต้องการในการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ จากสมการ

$$B_0 = F_0 (\log jI - \log g)$$

โดย B_0 คือ เวลาที่ต้องการในการให้ความร้อนทั้งหมด หน่วยเป็นนาที

ค่า jI สามารถหาได้จากกราฟการให้ความร้อน (ภาพที่ 7)

ในทางปฏิบัติจริง ในช่วงแรกของการให้ความร้อน จะต้องการระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้อุณหภูมิหม้อหนึ่งขึ้นถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้เสียก่อน เวลานั้นจากเริ่มให้ความร้อน จนกระทั่งอุณหภูมิของหม้อหนึ่งขึ้นถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ เรียกว่า come up time (CUT) ซึ่งถือว่ามีความร้อนที่นำไปใช้ในการฆ่าเชื้อประมาณ 42 % ดังนั้นจุดเริ่มต้นของกระบวนการจริงๆ จึงไม่ใช่เวลาที่อุณหภูมิหม้อหนึ่งขึ้นถึงอุณหภูมิที่กำหนด ต้องหักออก 0.42 ของ CUT จากเวลาที่คำนวณได้เสียก่อน เช่น คำนวณค่า B_0 ได้ 50 นาที เวลา CUT ที่ใช้ คือ 10 นาที เมื่อปฏิบัติจริงจะจับเวลา $50 - (0.42)(10) = 45.8$ นาที (ไม่ใช่ 50 นาที) หลังจากอุณหภูมิหม้อหนึ่งขึ้นถึงอุณหภูมิที่กำหนดจึงจะหยุดให้ความร้อน

2.10 การทำให้เย็น (Cooling)

อาหารจะถูกทำให้เย็นทันทีหลังจากการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ เพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนมากเกินไป ทำให้อาหารมีสีคล้ำและเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป การลดอุณหภูมิลงในอัตราที่ช้าเกินไป จะทำให้เกิดการเจริญของสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ทนความร้อน มีผลให้อาหารเกิดการเสื่อมเสีย เพราะว่าจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูงจะยังสามารถเจริญได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม

จุลินทรีย์พวกแฟลตซาวร์ที่ทำให้อาหารกระป๋องเสื่อมเสียโดยกระป๋องไม่บวม สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 48.9 องศาเซลเซียส ถึง 71.1 องศาเซลเซียส กระป๋องควรทำให้เย็นอย่างรวดเร็วหลังการฆ่าเชื้อ (Herson และ Hulland, 1964)

การทำให้เย็นทำได้โดยพ่นน้ำลงบนกระป๋องหรือจุ่มกระป๋องลงในน้ำเย็นทันที การฉีดพ่นด้วยน้ำเย็นจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเล็กน้อย เนื่องจากสามารถเกิดการระเหยของน้ำที่ผิวกระป๋องได้ ทำให้อุณหภูมิลดลงได้เร็วกว่า ซึ่งจะลดอุณหภูมิจนกระทั่งถึง 110 องศาฟาเรนไฮต์ ไม่ควรแช่ในน้ำเย็นนานเกินไป เพราะจะทำให้กระป๋องเป็นสนิมได้

น้ำที่ใช้ในการทำให้เย็นต้องเป็นน้ำที่สะอาด เนื่องจากถ้าภาชนะบรรจุจะเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหาร ทำให้อาหารเสื่อมเสีย อาจใส่คลอรีน โดยให้มีปริมาณคลอรีนอิสระ 1-2 ppm อาจสูงถึง 3 ppm แต่ถ้าสูงเกินไปจะทำให้เกิดการกักตัวของดินบุกที่เคลือบกระป๋องได้

บทที่ 3

วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

น้ำพริกเผา สูตรคุณแม่ถวิล อุดมศิลป์ จ.สระบุรี

3.2 อุปกรณ์ที่สำคัญ

1. กระจ้องเคลือบแลคเกอร์ขนาด 307x113 พร้อมฝาปิด
2. เครื่องชั่งชนิดหยาบ
3. เทอร์โมคอปเปิล Ellab ประเทศเดนมาร์ก
4. เครื่องอ่านอุณหภูมิระบบดิจิทัล Ellaba-s Copenhagen ประเทศเดนมาร์ก
5. เครื่องไล่อากาศ (Exhaust box)
6. เครื่องผึ่งฝากระจ้อง รุ่น KMC ประเทศไต้หวัน
7. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Retort)

3.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

1. เครื่องวัดสี Minolta color meter CR-30D ประเทศญี่ปุ่น
2. เครื่องวัดความหนืด Brookfield viscometer RVF-100

3.4 วิธีการทดลอง

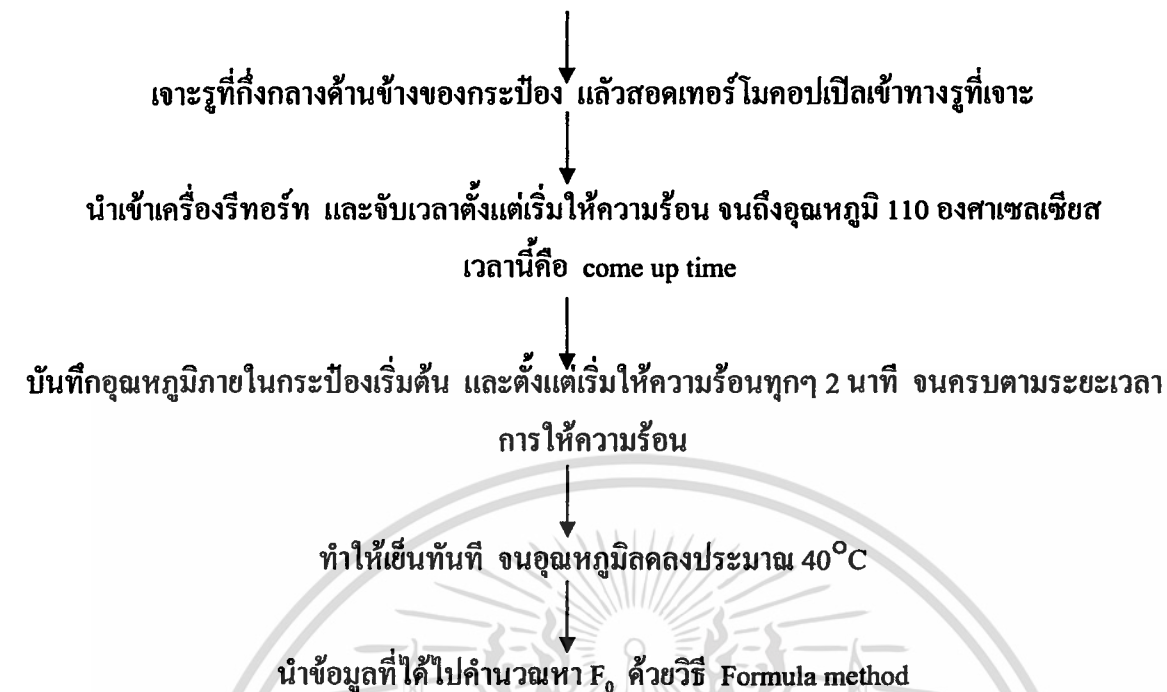
3.4.1 ศึกษากระบวนการแปรรูปน้ำพริกเผาบรรจุกระจ้อง โดยใช้ความร้อนที่ระดับ F_0 ต่างๆกัน การทดลองในขั้นตอนนี่วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแบ่งปัจจัยที่ศึกษา คือ F_0 ออกเป็น 3 ระดับ คือ 0 (ระดับอ้างอิง), 1, 3 และ 5 นาที โดยทำการทดลองซ้ำที่ระดับ F_0 1, 3 และ 5 นาที ระดับละ 3 ซ้ำ จากนั้นจึงทำการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

บรรจุน้ำพริกเผาในกระจ้องขนาด 307 x 113 น้ำหนักสุทธิ 180 กรัมต่อกระจ้อง
(ปริมาณน้ำมันพืชประมาณ 20 % โดยน้ำหนัก)

↓
ไล่อากาศที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 7 นาที

↓
ผึ่งฝาด้วยเครื่อง seamer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3.4.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ

- วัดค่าสี ด้วยเครื่อง Minolta color meter CR 30D ประเทศญี่ปุ่น
- วัดค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield viscometer RVF- 100 โดยใช้หัววัด เบอร์ 7 ที่

ความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ตาราง ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษากระบวนการแปรรูปน้ำพริกเผาบรรจุกระป๋อง โดยใช้ความร้อนที่ระดับ F_0 ต่างๆกัน

เมื่อทำการทดลองหาระยะเวลาในการฆ่าเชื้อที่ระดับ F_0 1, 3 และ 5 นาที โดยทดลองใช้อุณหภูมิของรีเทอร์ทที่ 110 องศาเซลเซียส หรือ 230 องศาฟาเรนไฮด์ แล้วบันทึกอุณหภูมิทุกๆ 2 นาที เป็นเวลา 30 นาที จะได้ข้อมูลดังแสดงในภาคผนวก ค

จากกราฟมาตรฐานที่ได้สามารถคำนวณเวลาในการฆ่าเชื้อที่ระดับ F_0 เท่ากับ 3 และ 5 นาที ได้ ในทำนองเดียวกัน จะได้ผลการคำนวณดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 3 ตารางแสดงระยะเวลาที่ต้องการในการให้ความร้อนทั้งหมด (B_0) ที่ระดับ F_0 ต่างๆ

F_0 (นาที)	B_0 (นาที)
1	22
2	25
3	29

4.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ

4.2.1 วัดค่าสี

ทำการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี Minolta color meter CR-30D ประเทศญี่ปุ่น จะได้ค่าสีออกมาในระบบ L, a, b จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าความแตกต่างรวมของสี (ΔE) ซึ่งเป็นค่าที่เทียบกับค่าสีที่ระดับอ้างอิง คือที่ F_0 เท่ากับ 0

สามารถคำนวณค่าต่างๆได้จากสูตร ดังนี้

$$\begin{aligned}\Delta L &= |L_i - L_R| \\ \Delta a &= |a_i - a_R| \\ \Delta b &= |b_i - b_R|\end{aligned}$$

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

เมื่อ L_i, a_i, b_i เป็นค่าสีที่วัดได้จากน้ำพริกเผาที่ผ่านการให้ความร้อนที่ระดับ F_0 เท่ากับ 1, 3 และ 5

L_R, a_R, b_R เป็นค่าสีที่วัดได้จากน้ำพริกเผาที่ระดับอ้างอิง คือ F_0 เท่ากับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ΔE เป็นค่าความแตกต่างรวมของสี

ตารางที่ 4 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างรวมของสีของน้ำพริกเผาที่ระดับ F_0 ต่างๆ

F_0 (นาที)	ความแตกต่างรวมของสี (ΔE) ^{ns}
0	0
1	1.31 ± 0.43
3	1.56 ± 0.55
5	1.83 ± 0.60

จากการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างรวมของสี (ΔE) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.5$) ที่ระดับ F_0 0, 1, 3 และ 5 นาที

4.2.2 วัดค่าความหนืด

ทำการวัดค่าความหนืด โดยใช้เครื่องวัดความหนืด Brookfield viscometer RVF-100 โดยใช้หัววัดเบอร์ 7 ที่ความเร็วรอบ 50 รอบ/นาที จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ตาราง Anova ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) จะได้ผลการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 5 ตารางแสดงค่าความหนืด (centipoise) ของน้ำพริกเผาที่ระดับ F_0 ต่างๆ

F_0 (นาที)	ความหนืด (centipoise)
0	1266.67 ± 115.47^a
1	4480.00 ± 532.67^b
3	10346.67 ± 760.35^c
5	14551.11 ± 695.55^d

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการทดลองพบว่า ความหนืดของน้ำพริกเผาที่ F_0 ทั้ง 4 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่า F_0 เพิ่มขึ้น จะทำให้ ความหนืดเพิ่มขึ้นด้วย โดยที่ระดับ F_0 เท่ากับ 1 มีค่าความหนืดเปลี่ยนแปลงไปจากระดับอ้างอิงน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดลองหาเวลาในการให้ความร้อนที่ระดับ F_0 ต่างกัน พบว่า ที่ระดับ F_0 1, 3 และ 5 นาที จะต้องใช้เวลาในการให้ความร้อนเท่ากับ 22, 25 และ 29 นาที ตามลำดับ
2. ในการให้ความร้อนที่ระดับ F_0 1, 3 และ 5 นาทีนั้น พบว่า ค่า F_0 ไม่มีผลต่อค่าความแตกต่างรวมของสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลต่อค่าความหนืด โดยเมื่อค่า F_0 เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความหนืดเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งค่าความหนืดที่ระดับ F_0 ต่างๆมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
3. ในการทดลองนี้ เลือกการให้ความร้อนที่ระดับ F_0 เท่ากับ 1 เป็นค่าเหมาะสมในกระบวนการผลิตน้ำพริกเผาบรรจุกระป๋อง เนื่องจากมีความหนืดเปลี่ยนแปลงไปน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับระดับอ้างอิง (F_0 เท่ากับ 0)



ข้อเสนอแนะ

1. ในการทดลองครั้งต่อไปควรทำการทดลองโดยบรรจุน้ำพริกเผาขณะร้อน (hot filling) โดย ผัดน้ำมันกับเนื้อน้ำพริกให้เข้ากันดี เพื่อให้ส่งผ่านความร้อนได้ทั่วถึง และน้ำพริกมีปริมาณน้ำมัน สม่าเสมอ

2. เนื่องจากหัววัดที่ใช้วัดความหนืดมีขนาดเล็ก (เบอร์ 7) จึงมีผิวสัมผัสกับน้ำพริกเผาน้อยทำให้ได้ค่าที่มีความคลาดเคลื่อนมาก ถ้าหัววัดจุ่มตรงตำแหน่งที่มีน้ำมันมากก็จะวัดค่าความหนืดได้น้อย แต่ถ้าหัววัดไปจุ่มในตำแหน่งที่มีน้ำมันน้อยก็จะวัดค่าความหนืดได้มาก ดังนั้นควรเปลี่ยนเครื่องวัดความหนืดไปใช้เครื่องที่ทันสมัยกว่านี้ (ระบบคิจิตอล) อาจจะช่วยทำให้ผลการทดลองถูกต้องมากยิ่งขึ้น หรืออาจจะทำการเจือจางตัวอย่างน้ำพริกเผาให้มีระดับความเข้มข้นเท่าๆกัน เพื่อลดปัญหาความไม่ สม่าเสมอของน้ำมันที่แทรกอยู่ระหว่างเนื้อของน้ำพริกเผา

3. ควรทำการวัดความสามารถในการเคลือบ หรือค่า Spreadability โดยใช้เครื่อง Texture analyzer หรือวัดโดยใช้วิธีง่ายๆคือ ตักน้ำพริกเผาในปริมาณที่เท่าๆกันลงมาปาดที่ผิวหน้าของขนมปัง แล้ววัดระยะทางที่น้ำพริกเผาสามารถเคลือบบนผิวขนมปังได้ หรือใช้วิธีคว่ำกระป๋องให้น้ำพริกเผา หล่นลงมา แล้ววัดระยะทางที่น้ำพริกเผาสามารถกระจายตัวได้

เอกสารอ้างอิง

- กรองแก้ว เนาสราญ และวุฒิชัย นุดกุล. 2535. “ปริมาณและองค์ประกอบของสารเผ็ดร้อนจากพริก”. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 34 (3) : 133-140.
- กิตติพงษ์ ห่วงรัญษ์. 2535. ปฏิบัติการกระบวนการแปรรูปอาหาร 2. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง : กรุงเทพฯ; 93 หน้า.
- คึกฤทธิ์ ปราโมช. 2535. น้ำพริก. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สยามรัฐ.
- ทิพาพร อยู่วิทยา. 2536. “สารระงับกลิ่นเกี่ยวกับอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ : การกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน. วารสารอาหาร 23 (1) : 46-52.
- ทวิศักดิ์ เกษปทุม. 2540. “น้ำพริกเผา”. รวมเรื่องน้ำพริก. วารสารแม่บ้าน. กรุงเทพฯ : 122.
- นิจศิริ เรืองรังษี. 2534. เครื่องเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภัสรพี เหลืองสกุล. [ม.ป.ป.]. เอกสารประกอบการเรียนวิชากระบวนการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง : กรุงเทพฯ.
- นฤดม บุญหลง. 2532. รายงานสถานการณ์อุตสาหกรรมจากผลิตภัณฑ์เนื้อ ปลา และผลิตภัณฑ์ประมง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 25-26.
- บัญญัติ สุขศรีงาม. 2527. เครื่องเทศที่ใช้เป็นสมุนไพร เล่ม 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อมรรคาพิมพ์.
- ปริญญา วิไลรัตน์. 2540. “พริก”. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 12 (2). กรุงเทพฯ : 35-41.
- ปรีชา วิบูลย์เศรษฐ์, เนื้อทอง วนานวัชร, สายสนม ประดิษฐ์ดวง และวราภา วรพงษ์. 2532. “คุณภาพของกุ้งแห้ง”. รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 27. กรุงเทพฯ : 431-438.
- มาลัย บุญรัตนกิจ. 2539. “จุลินทรีย์ในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ”. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องอุตสาหกรรมอาหาร : สุขลักษณะและการตรวจสอบ. กรุงเทพฯ : สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร และบริษัท เมอร์ค จำกัด; 13-15.
- พิสิฐ รังสฤษฏ์วุฒิกุล. 2540. “อันตรายชีวภาพ”. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในอุตสาหกรรมแปรรูปผักผลไม้. กรุงเทพฯ : สถาบันอาหาร และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ : 1-25.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พวงพร โชติไกร. 2534. จุลชีววิทยาของอาหารและนม. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สาธารณสุข.กระทรวง. 2532. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง น้ำปลา. ประกาศฉบับที่ 18. กรุงเทพฯ : 1
- สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย. [ม.ป.ป.]. หลักการและวิธีการควบคุมการนำเข้าอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ. [ม.ป.ท.]. 51-78.
- สิริพร สธนเสาวภาคย์, ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ และกาญจนิจ วารนะวินิจ. 2536ก. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำพริกสำเร็จรูป และแนวทางการพัฒนาเพื่อการส่งออก. สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 26.
- สิริพร สธนเสาวภาคย์, สุพรรณิ จิตพิณิจยล และวรวรรณี สมพร. 2536ข. “Reverse CAMP Test : วิธีการที่รวดเร็วในการจำแนก *Clostridium perfringens* ในอาหาร”. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.) 27 : 240-210.
- สิริพร สธนเสาวภาคย์. 2541. HACCP กับวิธีการที่รวดเร็วในการวินิจฉัยจุลินทรีย์. วารสารอาหาร 28 (2). สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 79-89.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2526. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : พริกแห้ง. มอก. 456-2526. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม. 1.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2526. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : น้ำปลา. มอก. 3-2526. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม. 1.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : กุ้งแห้ง. มอก. 1003-2533. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม. 1.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2536. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : น้ำพริกเผา. มอก. 1152-2536. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม. 1-9.
- อดิศร เสวตวิวัฒน์, ปรีชา จึงสมานกุล, มัณฑนา พันธุ์บัวหลวง และอรุณ บ่วงตระกูลนนท์. 2537. “การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เนื้อที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร”. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 12 (2). กรุงเทพฯ : 15-24.
- Ayres, J.C., J.O. Mundt and Sfindine, W.E. 1980. **Microbiology of foods**. San Francisco : W.H. Freeman and Company.
- Desrosier, N.W. and Desrosier, J.N. 1977. **The Technology of Food Preservation**. 4th ed. AVI Publishing Co. Inc. Westport Conn., pp. 152-217.

- Hathway, C.L., Whaley, D.N. and Dowell, V.R. Jr. 1980. "Epidemiological aspects of *Clostridium perfringens* foodborne illness". **Food Technology** 34 (4) : 77.
- Heid, J.L. and Joslyn, M.A. 1963. **Fundamentals of Food Processing Operation**. The AVI Publ. Co., Westport Conn. pp. 580.
- Herson, A.C. and Hulland, E.D. 1964. **Canned Foods**. 5th ed. New York : Chemical Publ. Co. pp. 655.
- ICMSF. 1986. **Microorganisms in food 2**. The International Commission on Microbiological Specification for Food (ICMSF). Canada : University of Toronto Press.
- National Canners Association Research Laboratories. 1978. **Laboratory Manual for Food Canners and Processors Vol. 1**. Microbiology and Processing. The AVI Publishing Co. Inc. Westport Conn.
- Pino, J.A., Brambila, S. and Mondaza, C. 1962. "Pigment depletion and repletion rate in egg yolks from hen on different rations". **Poultry Sci.** 41 : 1672-1673.
- Poulos, I.M. 1994. **Plant Resources of South-East Asia**. No. 8. Vegetables. Indonesia : Bogor. 136-140.
- Power, E.M. 1975. "Microbiology of Processed Spices". **J. Milk Food Technology** 38. 683-685.
- Ranganna, S. 1978. **Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products**. New delhi : Teta McGraw. & Hill Publ. Co. Ltd. pp. 484-571.
- Sastri, B.N. 1950. **The wealth of India**. A dictionary of India raw material and industrial product Vol. 2. New Delhi : Council of Scientific and Industrial Research. 427.
- Smith, I.D. and Perdue, H.S. 1966. "Isolation and tentative identification of the carotenoids present in chicken skin egg yolks". **Poultry Sci** 45. 577-581.
- Stumbo, C.R. 1965. **Thermobacteriology in Food Processing**. 2nd. London : Academic Press Inc. pp. 236.
- Troller, J.A. 1972. "Effect of water activity on enterotoxin A production and growth of *Staphylococcus aureus*". **Appl Microbiology** 24. 440-443.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
น้ำพริกเผา (มอก. 1152-2536)

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการ วัตถุดิบอาหาร สารปนเปื้อน สุขลักษณะ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบน้ำพริกเผา

2. บทนิยาม

- ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้
- 2.1 น้ำพริกเผา หมายถึง ผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคที่ทำจากเครื่องเทศ ได้แก่ พริกแห้ง หอม กระเทียม และเนื้อสัตว์ เช่น กุ้งแห้ง ปลาแห้ง ปลาร้า และแมงคานา ที่เผา คั่ว หรือทอด บดผสม ปิ้งแต่งรสด้วยเครื่องปรุงแต่งรส เช่น น้ำปลา น้ำตาล กะปิ เกลือบริโภค มะขามเปียก แล้วนำไปผัด

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

3.1.1 สี

ต้องมีสีตามธรรมชาติของน้ำพริกเผา และมีสีสม่ำเสมอ

3.1.2 กลิ่น รส

ต้องมีกลิ่นและรสตามส่วนประกอบที่ใช้ทำ ปราศจากกลิ่นหรือรสที่ไม่พึงประสงค์ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 10.1 แล้ว แต่ละลักษณะต้องได้คะแนนเฉลี่ยจากผู้ตรวจสอบไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และต้องไม่มีลักษณะใดได้คะแนน 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.2 สิ่งแปลกปลอม

ต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบของน้ำพริกเผา เช่น เส้นผม แมลง การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.2

- 3.3 ปริมาณน้ำมันลอยหน้า
เมื่อทดสอบตามข้อ 10.3 แล้ว ปริมาณน้ำมันลอยหน้าต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยปริมาตร
- 3.4 อะฟลาทอกซิน
ต้องไม่เกินร้อยละ 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำพริกแกง มาตรฐานเลขที่ มอก. 429
- 3.5 โปรีติน ($N \times 6.25$)
ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก
การทดสอบให้เป็นไปตาม AOAC (1990) ข้อ 954.01
- 3.6 วอเตอร์แอกติวิตีของน้ำพริกเผา
ต้องไม่เกิน 0.85
การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 10.4
หมายเหตุ วอเตอร์แอกติวิตี หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความดันไอของอาหาร (P) กับความดันไอน้ำของน้ำบริสุทธิ์ (P_0) ซึ่งค่านี้เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ความปลอดภัยอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสปอร์พิษของจุลินทรีย์

4. วัตถุเจือปนอาหาร

- 4.1 วัตถุกันเสีย
ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิดนอกจากที่กำหนด ต่อไปนี้
- 4.1.1 กรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดเบนโซอิก (คำนวณเป็นกรดเบนโซอิก) ไม่เกิน 1 000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
การทดสอบให้เป็นไปตาม AOAC (1990) ข้อ 960.38
- 4.1.2 กรดซอร์บิกหรือเกลือของกรดซอร์บิก (คำนวณเป็นกรดซอร์บิก) ไม่เกิน 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
การทดสอบให้เป็นไปตาม AOAC (1990) ข้อ 971.15
ในกรณีที่ใช้วัตถุกันเสียในข้อ 4.1.1 และข้อ 4.1.2 รวมกัน ต้องไม่เกิน 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- 4.2 สี
ห้ามใช้สีสังเคราะห์
การทดสอบให้เป็นไปตาม AOAC (1990) ข้อ 930.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 วัตถุกันหืน

ห้ามใช้วัตถุกันหืนทุกชนิด ยกเว้น บิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene) หรือที่เรียกกันว่า บีเอชที (BHT) บิวทิลไฮดรอกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole) หรือที่เรียกกันว่า บีเอชเอ (BHA) และเทอร์เชียรีบิวทิล ไฮโดรควิโนน (tertiary butylhydroquinone) หรือที่เรียกกันว่า ทีบีเอชคว (TBHQ) ซึ่งมีอยู่เดิมในน้ำมันที่ใช้ทำน้ำพริกเผา โดยวัตถุกันหืน ดังกล่าวอย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน จะได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำพริกเผา

การทดสอบให้เป็นไปตาม AOAC (1990) ข้อ 983.15

5. สารปนเปื้อน

5.1 สารปนเปื้อนที่อาจมีได้ ต้องไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สารปนเปื้อน
(ข้อ 5.1)

สารปนเปื้อน	เกณฑ์ที่กำหนด มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	วิธีทดสอบตาม
ตะกั่ว	1	AOAC (1990) ข้อ 972.25
สารหนู	1	AOAC (1990) ข้อ 952.13

6. สุขลักษณะ

6.1 สุขลักษณะ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดสุขลักษณะของอาหาร มาตรฐานเลขที่ มอก.34

6.2 จุลินทรีย์ที่อาจมีในน้ำพริกเผา ให้เป็นดังนี้

6.2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 966.23 (C)

6.2.2 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การทดสอบให้เป็นไปตาม AOAC (1990) ข้อ 940.37 (E)

7. การบรรจุ

- 7.1 ภาชนะที่ใช้บรรจุน้ำพริกเผาต้องสะอาด แห้ง ปิดได้สนิทเรียบร้อย ป้องกันการปนเปื้อนได้ และเหมาะสมกับการใช้งาน
- 7.2 น้ำหนักสุทธิของน้ำพริกเผาในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.3

8. เครื่องหมายและฉลาก

- 8.1 ที่ภาชนะบรรจุน้ำพริกเผาทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมาย แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
- (1) ชื่อผลิตภัณฑ์
 - (2) ส่วนประกอบที่สำคัญ
 - (3) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม
 - (4) วัตถุดิบเสีย (ถ้าใช้)
 - (5) เดือน ปีที่ทำ
 - (6) ชื่อผู้ทำ หรือโรงงานที่ทำ หรือชื่อผู้บรรจุ หรือชื่อผู้จัดจำหน่าย พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าจดทะเบียน
- ในกรณีใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีเครื่องหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น
- 8.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

9. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 9.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำพริกเผาที่มีส่วนประกอบอย่างเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน บรรจุในภาชนะชนิดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- 9.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- 9.2.1 การชักตัวอย่าง และการยอมรับสำหรับการทดสอบปริมาณน้ำมันลอยหน้า น้ำหนักสุทธิ และเครื่องหมายและฉลาก
- 9.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 2 นำตัวอย่างที่ได้ไปตรวจสอบเครื่องหมายและฉลาก แล้วจึงเปิดภาชนะบรรจุออก กรวดน้ำหนักสุทธิ และปริมาณน้ำมันลอยหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 9.2.1.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 8 และจำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 3.3 และข้อ 7.2 ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 2 จึงจะถือว่าน้ำพริกเผาสุรานั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

**ตารางที่ 2 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบปริมาณน้ำมันลอยหน้า น้ำหนักสุทธิ และ
เครื่องหมายและฉลาก**
(ข้อ 9.2.1)

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 500	2	0
501 ถึง 3 200	8	1
3 201 ขึ้นไป	13	2

- 9.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบอะฟลาทอกซิน โปรตีน วอเตอร์ แอกติวิตี วัตถุเจือปนอาหาร และสารปนเปื้อน

9.2.2.1 นำตัวอย่างที่เหลือจากข้อ 9.2.1 มาภาชนะบรรจุละเท่าๆกัน ผสมรวมกันให้ได้ น้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 500 กรัม ในกรณีที่ตัวอย่างไม่เพียงพอ ให้ชักตัวอย่างเพิ่มจากรุ่นเดียวกัน จนได้น้ำหนักที่ต้องการ บรรจุในภาชนะที่สะอาด แห้ง และ ปิดให้สนิท

9.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.4 ข้อ 3.5 ข้อ 4 และข้อ 4 จึงจะถือว่าน้ำพริกเผาสุรานั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

- 9.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สิ่งแปลกปลอม และ จุลินทรีย์

9.2.3.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มจากรุ่นเดียวกัน 10 หน่วยภาชนะบรรจุ แล้วนำไป ทดสอบลักษณะทั่วไป 5 หน่วยภาชนะบรรจุ และอีก 5 หน่วยภาชนะบรรจุ นำไป ทดสอบจุลินทรีย์ และสิ่งแปลกปลอม ตามลำดับ โดยใช้ตัวอย่างรวม

9.2.3.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างเป็นไปตามข้อ 3.1 และตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.2 และข้อ 6.2 จึงจะถือว่าน้ำพริกเผาสุรานั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างน้ำพริกเผาต้องเป็นไปตามข้อ 9.2.1.2 ข้อ 9.2.2.2 และข้อ 9.2.3.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำพริกเผารุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

10. การทดสอบ

10.1 ลักษณะทั่วไป

10.1.1 เครื่องมือ

10.1.1.1 งานกระเบื้องสีขาว และฝาปิด

10.1.1.2 ซ้อนเหล็กกล้าไร้สนิม

10.1.1.3 เครื่องมือชั่งตัวอย่างรูปทรงกระบอก ผิวเรียบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อย

กว่า 20 มิลลิเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร ลักษณะคล้ายกระบอกสูบมีปลายถ่างเปิด

10.1.2 การเตรียมตัวอย่าง

10.1.2.1 เหน้ำพริกเผาตัวอย่างจากแต่ละภาชนะบรรจุลงในจากกระเบื้องใบหนึ่ง โดยมีให้น้ำพริกเผาจากแต่ละภาชนะบรรจุปนกัน แล้วปิดฝาไว้ ในกรณีที่มีขนาดบรรจุตั้งแต่ 500 กรัมขึ้นไป ให้ใช้เครื่องมือชั่งตัวอย่างรูปทรงกระบอก ชั่งตัวอย่างตลอดความลึกของแต่ละภาชนะบรรจุ ใส่รวมลงในงานกระเบื้องใบเดียวกัน โดยให้ตัวอย่างคงรูปกระบอกมากที่สุด ทั้งนี้ให้ได้ตัวอย่างรวมประมาณ 500 กรัม แล้วปิดฝาไว้ สำหรับตรวจพินิจสี

10.1.2.2 หลังจากคณะผู้ตรวจสอบได้ตรวจสอบสีแล้ว ผสมตัวอย่างให้เข้ากัน แล้วแบ่งออกเป็นส่วนๆ ให้มีจำนวนเท่ากับจำนวนผู้ตรวจสอบและแต่ละส่วนเท่ากัน โดยประมาณใส่ลงในงานกระเบื้องแต่ละใบ แล้วปิดฝาไว้สำหรับทดสอบกลิ่น รส

10.1.3 วิธีทดสอบ

10.1.3.1 คณะผู้ตรวจสอบประกอบไปด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจน้ำพริกเผาอย่างน้อย 5 คน ซึ่งแต่ละคนจะแยกตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

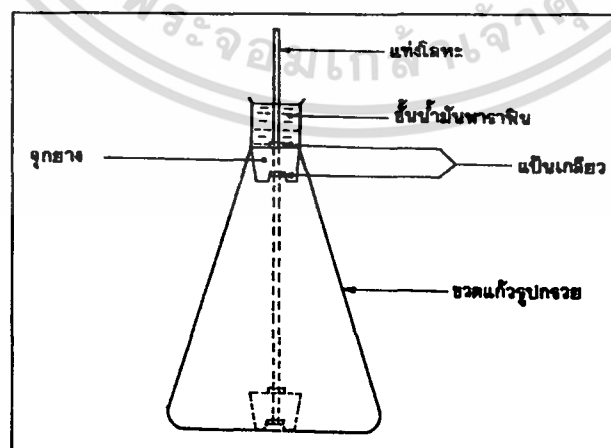
10.1.3.2 หลักเกณฑ์การให้คะแนนให้เป็นไปตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน
(ข้อ 10.1.3.2)

สมบัติที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนน
สี	มีสีตามธรรมชาติของน้ำพริกเผา และมีสีสม่ำเสมอดี	4
	มีสีค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยมีบางส่วนคล้ำเล็กน้อย	3
	มีสีไม่สม่ำเสมอ โดยมีส่วนที่มีสีคล้ำในปริมาณปานกลาง	2
	มีสีคล้ำมากจนดำ ไม่เป็นที่ยอมรับ	1
กลิ่น รส	มีกลิ่นหอมดี รสชาติชวนรับประทาน	4
	มีกลิ่นแปลกไปจากธรรมชาติเล็กน้อย แต่รสชาติดี	3
	มีกลิ่นอับหรือกลิ่นหืนเล็กน้อย และ/หรือรสชาติแปลกไป แต่ยังเป็นที่ยอมรับ	2
	มีกลิ่นอับ กลิ่นหืน หรือกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์อื่นๆ และ/หรือ รสชาติผิดปกติ ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับ	1

10.2 สิ่งแปลกปลอม

ชั่งน้ำพริกเผาตัวอย่างประมาณ 100 กรัม ใส่ในขวดแก้วไวลด์แมน (Wildman trap flask) ขนาด 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ดูรูปที่ 1) เติมน้ำร้อน 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนเบาๆ ให้ตัวอย่างกระจาย เติมน้ำ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร และเติมน้ำมันพาราฟิน 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนอีกครั้ง เติมน้ำจนถึงคอขวด ปล่อยให้เย็นให้แยกชั้น แล้วตรวจพินิจสิ่งแปลกปลอมในชั้นของน้ำมันพาราฟินด้วยตาเปล่า หรือใช้แว่นขยายที่มีกำลังขยาย 10 เท่า



ภาพที่ 1 ขวดแก้วไวลด์แมน (ข้อ 10.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.3 ปริมาณน้ำมันลอยหน้า และน้ำหนักสุทธิ

10.3.1 ชั่งน้ำพริกเผาตัวอย่างทั้งภาชนะบรรจุ

10.3.2 เทน้ำพริกเผาลงในกระบอกตวงที่มีขีดแบ่งปริมาตร กระทั่งไปทั่วๆ เป็นเวลา 10 ถึง 15 นาที ด้วยแท่งแก้วหรือแท่งโลหะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ถึง 3 มิลลิเมตร เพื่อไล่อากาศและน้ำมันขึ้นบน แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

หมายเหตุ ในกรณีที่ตัวอย่างมีปริมาณมากกว่ากระบอกตวง อนุโลมให้ใช้ภาชนะอื่นที่เหมาะสมแทนได้

10.3.3 อ่านปริมาตรสุทธิ และปริมาตรของส่วนที่เป็นเนื้อของน้ำพริกเผา นำมาลบกันจะได้เป็นปริมาตรน้ำมัน แล้วคำนวณเป็นร้อยละของปริมาตรทั้งหมด

10.3.4 ล้างภาชนะเปล่าจากข้อ 10.3.1 เช็ดให้แห้ง แล้วชั่ง

10.3.5 หักน้ำหนักจากข้อ 10.3.4 ออกจากน้ำหนักในข้อ 10.3.1 จะได้เป็นน้ำหนักสุทธิ

10.4 วอเตอร์แอกติวิตีของน้ำพริกเผา

10.4.1 เครื่องมือ

เครื่องวัดวอเตอร์แอกติวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 25 ± 2 องศาเซลเซียส

10.4.2 วิธีทดสอบ

บรรจุน้ำพริกเผาตัวอย่างลงในคลีบบรรจุตัวอย่าง โดยเกลี่ยให้อยู่ในระดับสูงประมาณร้อยละ 90 ของความสูงคลีบบรรจุตัวอย่าง วัดค่าวอเตอร์แอกติวิตีด้วยเครื่องวัดวอเตอร์แอกติวิตีที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส

ภาคผนวก ข

การอธิบาย Simple heating curve

Simple heating curve ที่พลอตได้ สามารถหาค่าเหล่านี้ได้

1. f_h คือ เวลาที่ต้องการสำหรับส่วนที่เป็นเส้นตรงของ heating curve เปลี่ยนไป 1 log cycle หรือ 90%
2. IT คือ pseudo-initial temperature คือจุดตัดของส่วนที่เป็นเส้นตรงกับแกนอุณหภูมิที่เวลา corrected zero

3. J heating lag factor เป็น lag time ก่อนที่ผลต่างของ (RT - CT) จะเป็นเส้นตรงซึ่งคำนวณได้จาก

$$j = \frac{\text{อุณหภูมิหม้อหนึ่ง (RT) - อุณหภูมิเริ่มต้นภายในกระป๋องตามทฤษฎี}}{\text{อุณหภูมิหม้อหนึ่ง (RT) - อุณหภูมิเริ่มต้นจริงภายในกระป๋อง (IT)}}$$

4. CZ (corrected zero) คือเวลาที่เริ่มต้น process ที่แก้ไขแล้ว จะคิดจาก 58% ของ come-up time (CUT) (บางท่านอาจใช้เป็น 60%)

5. I คือ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของ retort กับอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารกระป๋องก่อนเปิดไอน้ำ เท่ากับ RT - IT

6. g เป็นจำนวนองศาฟาเรนไฮด์ของกระป๋องที่ต่ำกว่า RT ณ จุดสิ้นสุดการให้ความร้อน

$$g = RT - Ct_{\text{steam off}}$$

การคำนวณค่า F_0

คำนวณจากสมการ

$$F_0 = \frac{f_h}{(f_h / U) F_i}$$

โดยค่า F_i และ f_h / U มาจากตารางภาคผนวกที่ 1 และ 2

การคำนวณค่า Process time (B_0)

คำนวณจากสมการ

$$B_0 = f_h (\log jI - \log g)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

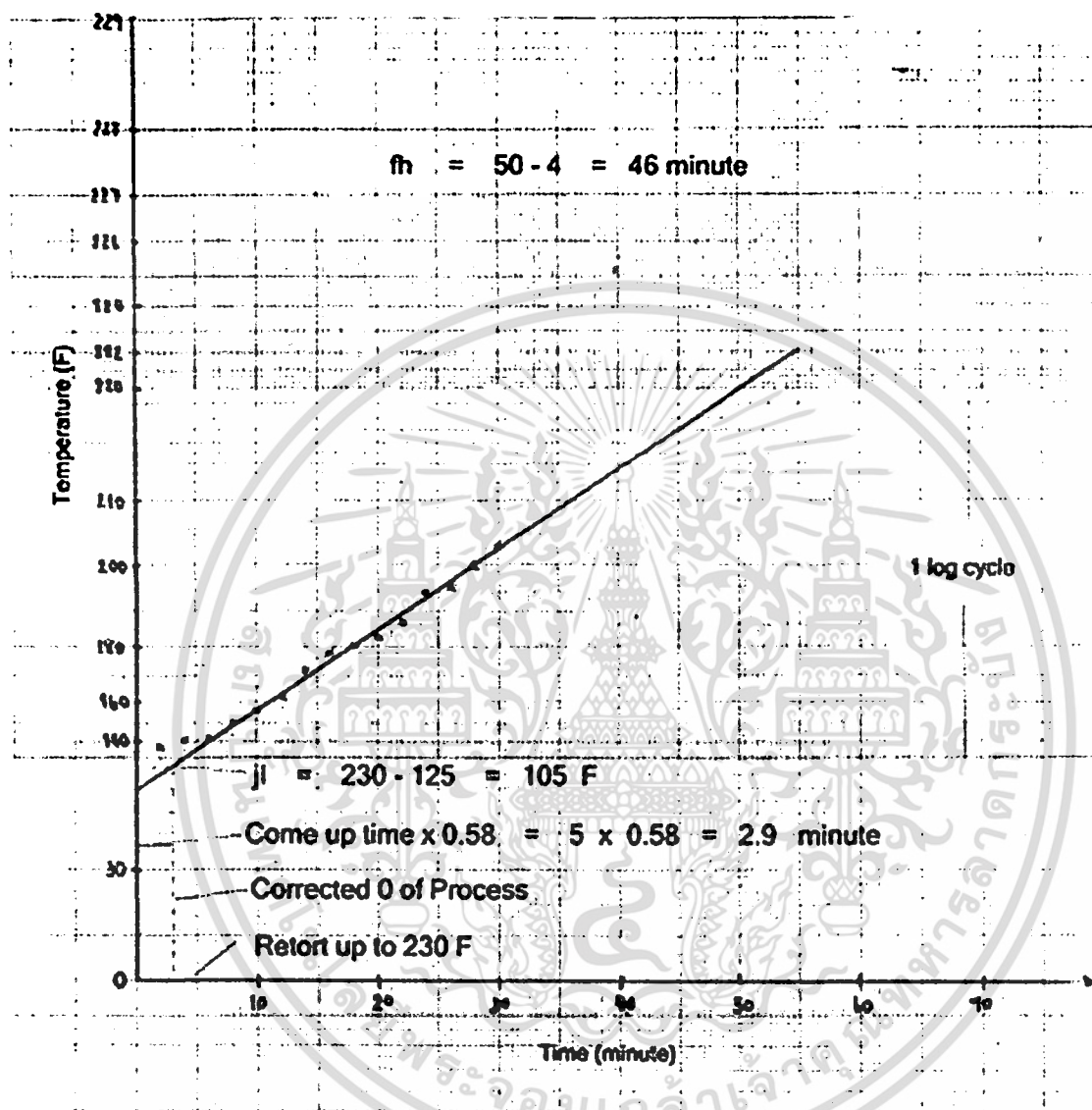
ตัวอย่างการคำนวณ Simple heating curve

ตารางที่ 1 ตารางข้อมูลที่ใช้เขียน Simple heating curve

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°F)
0	133.82
2	137.24
4	141.72
6	142.35
8	150.29
10	156.42
12	162.18
14	171.27
16	177.53
18	180.61
20	182.48
22	187.51
24	193.77
26	195.13
28	200.24
30	203.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 Simple heating curve ที่ใช้ในการคำนวณหาค่า F_0 ของน้ำพริกเผาบรจุระบ้อง



การคำนวณ

$$B_s = (0.42)CUT + \text{Operating time} = (0.42 \times 5) + 30 = 32.10 \text{ นาที}$$

$$\log g = \log jI - B_s/f_h = 2.02 - 0.70 = 1.32$$

$$f_h/U \text{ (จากตารางภาคผนวก 2)} = 70.974$$

$$F_i = \log^{-1} [(212 - T)/Z] = 0.1$$

$$F_0 = f_h / [(f_h/U)F_i] = 46/7.0974 = 6.48 \quad \#$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ถ้าต้องการให้ได้ F_0 เท่ากับ 1 จะต้องใช้เวลาในการมาเชื้อ (process time; B_0) เท่าไหร่ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$f_u/U = f_u/(F_0 F_i) = 46/(1 \times 0.1) = 460$$

จากตารางภาคผนวก ง2 จะได้ $\log g$ เท่ากับ 1.53

$$B_0 = f_u(\log jI - \log g) = 46(2.02 - 1.53) = 22.54 \text{ นาที} \quad \#$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ตารางที่ใช้สำหรับการคำนวณค่า F_0

ตารางที่ 1. F_i values for various retort temperature ($^{\circ}\text{F}$)

RT	F_i	RT	F_i	RT	F_i
214	100.00	233	8.799	252	0.7743
215	87.99	234	7.743	253	0.6813
216	77.43	235	6.813	254	0.5995
217	68.13	236	5.995	255	0.5275
218	59.92	237	5.275	256	0.4642
219	52.75	238	4.642	257	0.4085
220	46.42	239	4.085	258	0.3594
221	40.85	240	3.594	259	0.3163
222	35.94	241	3.163	260	0.2783
223	31.63	242	2.783	261	0.2449
224	27.83	243	2.449	262	0.2154
225	24.48	244	2.154	263	0.1896
226	21.54	245	1.896	264	0.1668
227	18.96	246	1.668	265	0.1468
228	16.68	247	1.468	266	0.1292
229	14.68	248	1.292	267	0.1136
230	12.92	249	1.136	268	0.1000
231	11.36	250	1.000	269	0.0880
232	10.000	251	0.8799	270	0.0774

Note : $z = 18^{\circ}\text{F}$

ที่มา : สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 f_h / U for given LOG g (log g in hundredths)

LOG g	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-2.00	0.369	0.368	0.366	0.365	0.364	0.362	0.361	0.360	0.358	0.357
-1.90	0.383	0.382	0.380	0.379	0.377	0.376	0.375	0.373	0.372	0.370
-1.80	0.393	0.397	0.395	0.394	0.392	0.391	0.389	0.388	0.386	0.385
-1.70	0.415	0.413	0.412	0.410	0.408	0.407	0.405	0.403	0.402	0.400
-1.60	0.433	0.431	0.429	0.427	0.426	0.424	0.422	0.420	0.418	0.417
-1.50	0.452	0.450	0.448	0.446	0.444	0.442	0.441	0.439	0.437	0.435
-1.40	0.474	0.472	0.469	0.467	0.465	0.463	0.461	0.459	0.457	0.455
-1.30	0.498	0.495	0.493	0.490	0.488	0.485	0.483	0.481	0.478	0.476
-1.20	0.524	0.521	0.518	0.515	0.513	0.510	0.508	0.505	0.503	0.500
-1.10	0.552	0.549	0.546	0.543	0.543	0.538	0.535	0.532	0.529	0.526
-1.00	0.585	0.581	0.578	0.575	0.571	0.568	0.565	0.562	0.559	0.556
-0.90	0.623	0.618	0.614	0.609	0.604	0.599	0.599	0.595	0.592	0.588
-0.80	0.670	0.665	0.660	0.656	0.651	0.642	0.642	0.637	0.633	0.628

ที่มา : สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 2 (ต่อ) f_n / U for given LOG g (log g in hundredths)

LOG g	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-0.70	0.717	0.712	0.708	0.703	0.698	0.689	0.689	0.684	0.679	0.674
-0.60	0.769	0.763	0.758	0.753	0.747	0.737	0.737	0.732	0.727	0.722
-0.50	0.827	0.820	0.814	0.808	0.802	0.797	0.791	0.785	0.780	0.774
-0.40	0.894	0.887	0.880	0.873	0.866	0.859	0.852	0.846	0.839	0.833
-0.30	0.974	0.966	0.957	0.949	0.940	0.932	0.924	0.917	0.909	0.901
-0.20	1.071	1.060	1.050	1.040	1.030	1.020	1.011	1.001	0.992	0.983
-0.10	1.187	1.175	1.162	1.150	1.138	1.126	1.115	1.103	1.092	1.081
-0.00		1.314	1.299	1.284	1.269	1.255	1.241	1.227	1.214	1.200
0.00	1.330	1.346	1.362	1.379	1.396	1.413	1.431	1.449	1.468	1.487
0.10	1.506	1.526	1.546	1.567	1.588	1.610	1.632	1.654	1.678	1.701
0.20	1.726	1.751	1.776	1.803	1.829	1.857	1.885	1.914	1.944	1.974
0.30	2.005	2.037	2.070	2.104	2.139	2.174	2.211	2.248	2.287	2.327
0.40	2.368	2.410	2.454	2.498	2.544	2.592	2.640	2.691	2.743	2.796

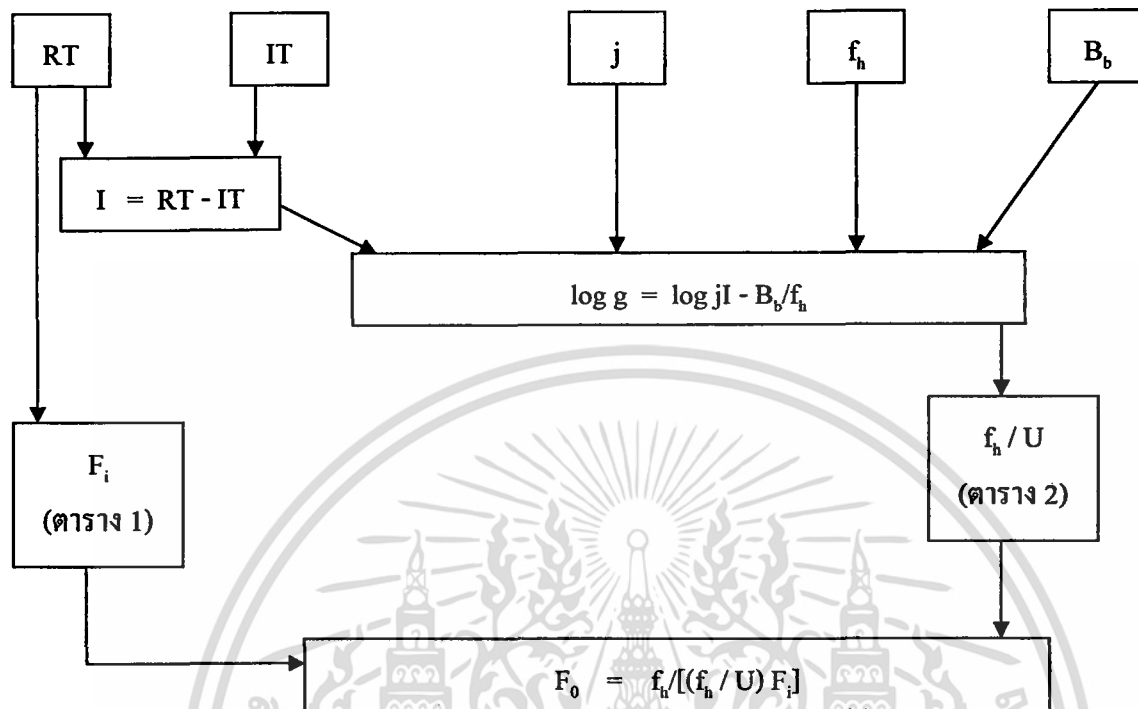
ที่มา : สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 2 (ต่อ) f_h / U for given LOG g (log g in hundredths)

LOG g	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.50	2.852	2.909	2.968	3.029	3.092	3.157	3.224	3.294	3.366	3.441
0.60	3.519	3.599	3.682	3.768	3.858	3.951	4.048	4.148	4.252	4.361
0.70	1.174	4.591	4.714	4.842	4.975	5.113	5.258	5.410	5.568	5.733
0.80	5.906	6.087	6.276	6.474	6.682	6.901	7.130	7.370	7.623	7.889
0.90	8.168	8.463	8.773	9.100	9.445	9.809	10.194	10.600	11.031	11.486
1.00	11.969	12.481	13.024	12.301	14.213	14.865	15.560	16.299	17.088	17.926
1.10	18.828	19.789	20.817	21.919	23.100	24.367	25.729	27.192	28.767	30.465
1.20	32.295	34.271	36.407	38.718	41.221	43.935	46.881	50.083	53.568	57.364
1.30	61.505	66.028	70.974	76.389	82.326	88.843	96.008	103.895	112.589	122.187
1.40	132.8	144.5	157.6	172.0	188.1	206.0	226.0	248.4	273.4	301.4
1.50	332.9	368.3	408.2	453.3	504.3	562.0	627.6	702.2	787.1	884.2

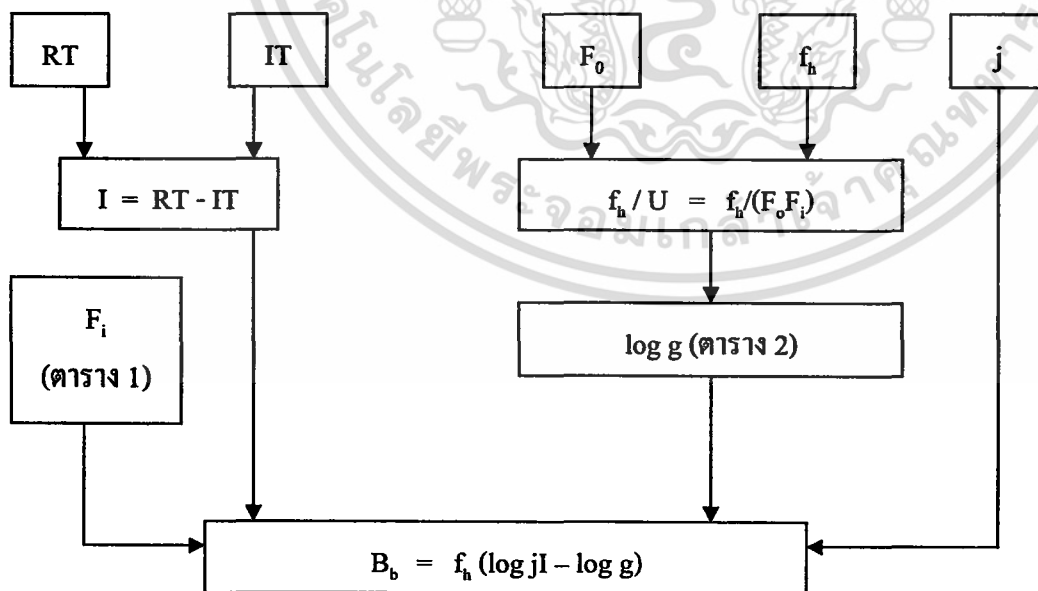
ที่มา : สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย

ภาพที่ 1 Flow chart การคำนวณค่า F_0 ของ Simple heating curve



ที่มา : สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย

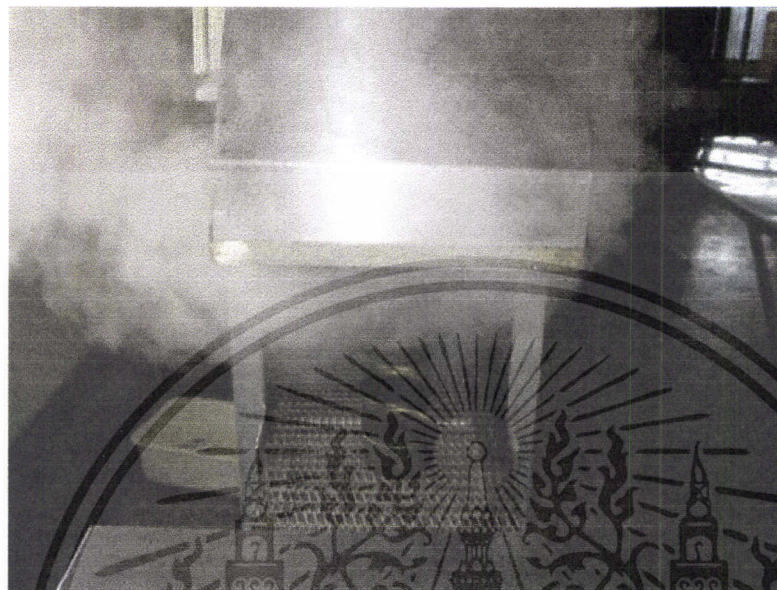
ภาพที่ 2 Flow chart การคำนวณ Process time ของ Simple heating curve



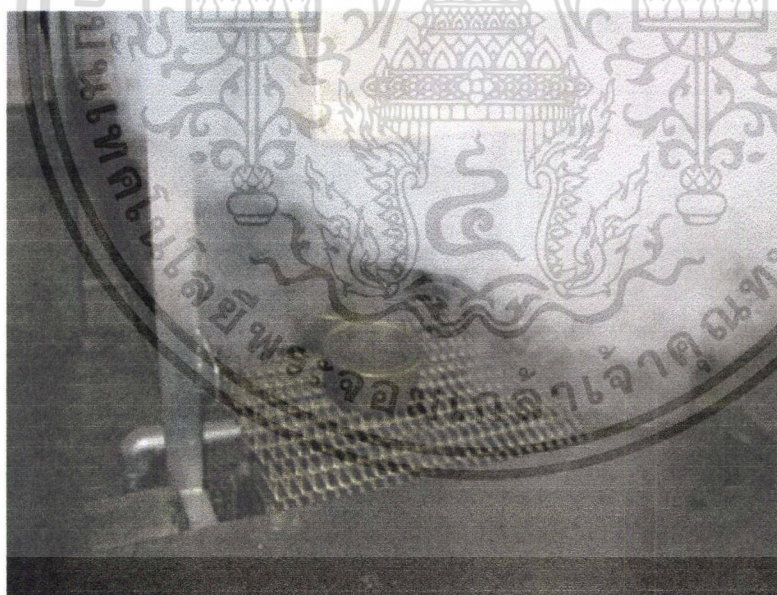
ที่มา : สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
ภาพจากการทดลอง



(1)

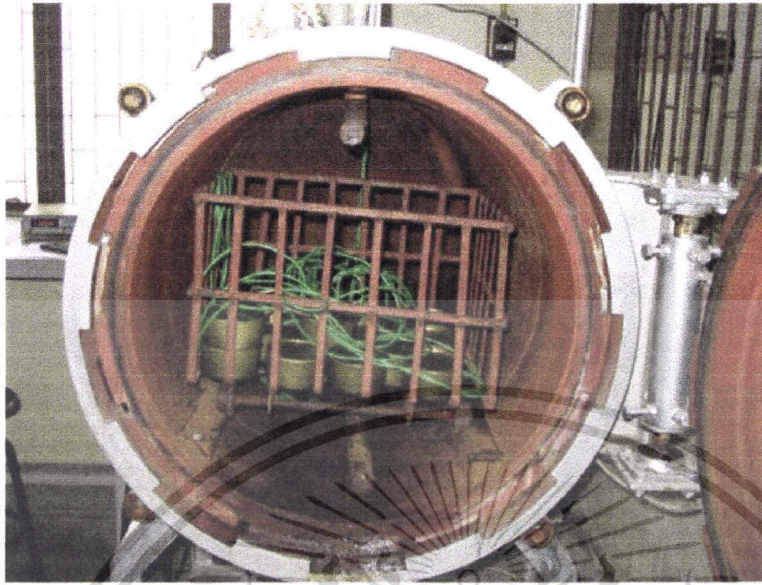


(2)

ภาพที่ ๑ ขั้นตอนการไล่อากาศ

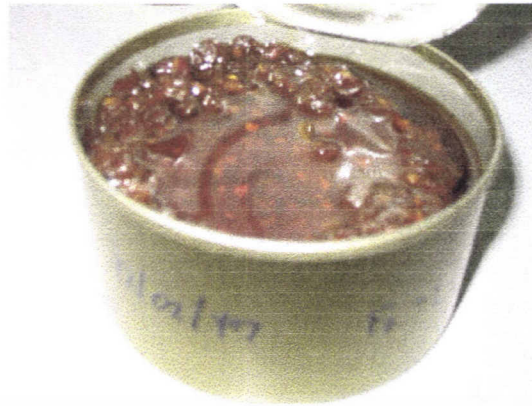
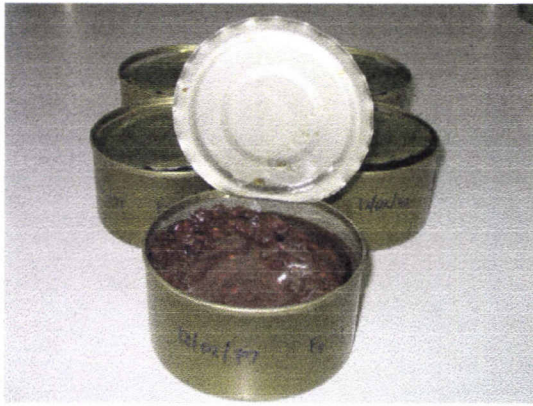
- (1) คือ เข้าสู่อุโมงค์เพื่อไล่อากาศ
- (2) คือ ออกจากอุโมงค์ไล่อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

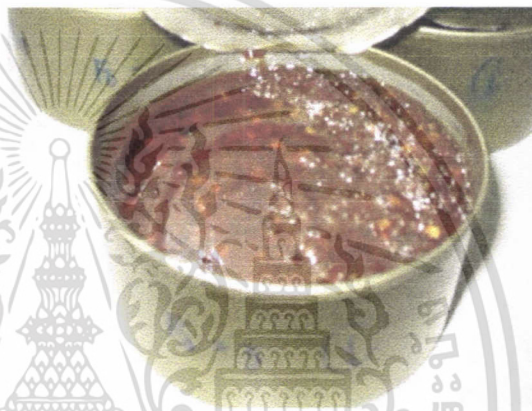
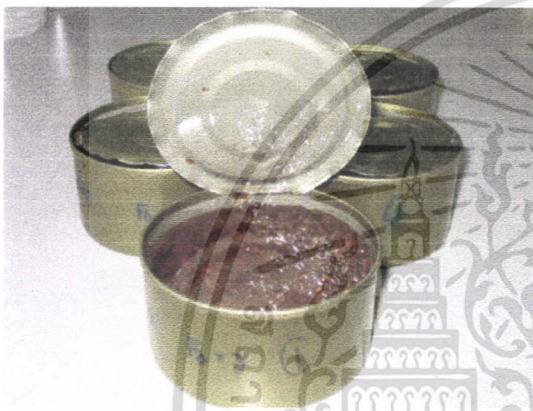


ภาพที่ ๑๒ ขั้นตอนการให้ความร้อนในรีทอร์ท

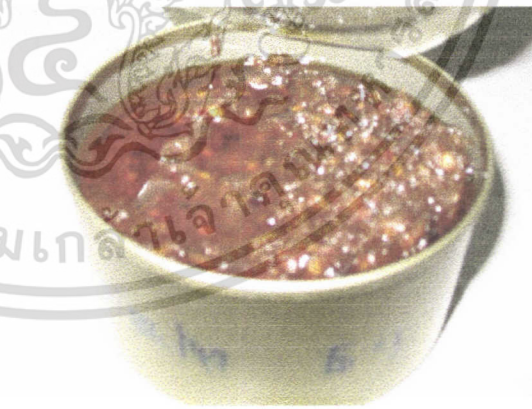
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(1)



(2)



(3)

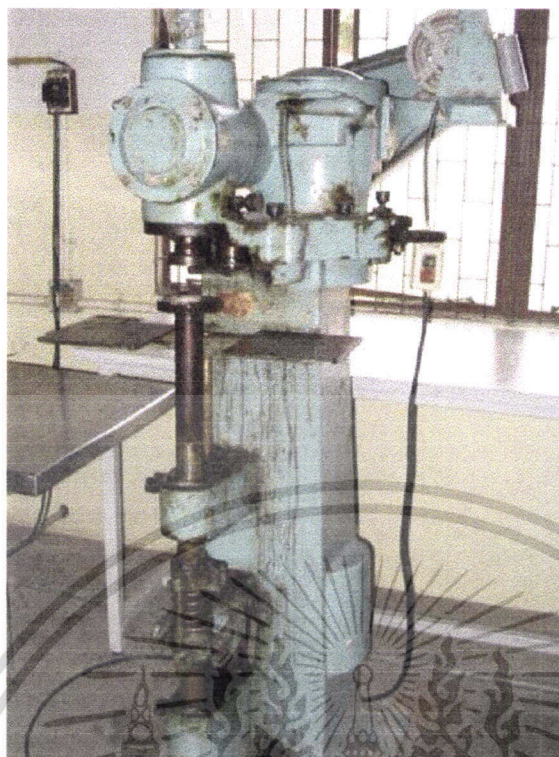
ภาพที่ ๑3 ผลิตรักนํ้าพริกเผาบรรจุกระป๋อง

(1) คือ F₀ เท่ากับ 1

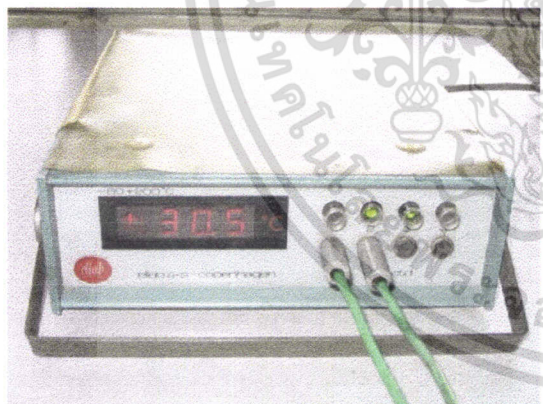
(2) คือ F₀ เท่ากับ 3

(3) คือ F₀ เท่ากับ 5

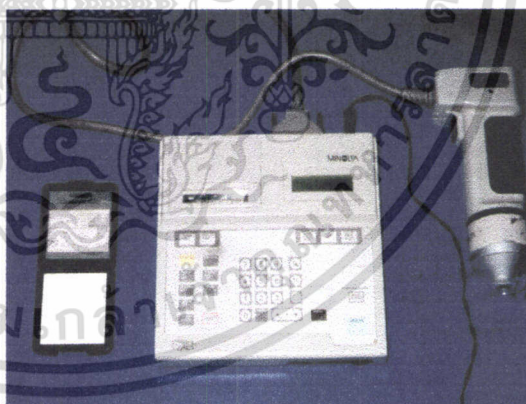
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(1)



(2)



(3)

ภาพที่ ๑๔ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- (1) คือ เครื่องปิดผนึกฝากระป๋อง
- (2) คือ เครื่องอ่านอุณหภูมิระบบดิจิทัล รุ่น Ellaba – s Copenhagen เดนมาร์ก
- (3) คือ เครื่องวัดสี Minolta รุ่น CR-30D ประเทศ ญี่ปุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้