

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



การหากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง

Determination of Optimum Thermal Process for Canned Red Curry Soup



T096757

นางสาวศนิตา ราชปึก

นางสาวดวงกมล เสริมสันติธรรม

ปศ.

ค 141 ก

2543

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....96757

วัน,เดือน,ปี..... 4 JUN 2009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ


เรื่อง

การหากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง
(Determination of Optimum Thermal Process for Canned Red Curry Soup)

โดย

นางสาวคนिता ราชปึก
นางสาวดวงกมล เสริมสันติธรรม

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก


.....
(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร


.....
(.....)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศนิดา ราชปึก และ ดวงกมล เสริมสันติธรรม : การหากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิต
น้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง (Determination of Optimum Thermal Process for Canned Red
Curry Soup) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง : ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ

บทคัดย่อ

น้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความนิยมในการบริโภค
น้อย แต่ได้รับความนิยมค่อนข้างมากในต่างประเทศ เนื่องจากสะดวกในการบริโภค และสามารถ
เลือกชนิดของเนื้อและผักได้ตามต้องการ การบรรจุกระป๋องเป็นวิธีที่ช่วยถนอมรักษาน้ำแกงเผ็ด
พร้อมปรุงไว้ได้นาน และสามารถนำมาปรุงได้ทันที ลักษณะปรากฏและรสชาติของอาหารกระป๋อง
เป็นสิ่งสำคัญในการดึงดูดผู้บริโภค แต่สิ่งที่สำคัญที่สุด คือความปลอดภัยในการบริโภค ซึ่งขึ้นอยู่กับ
อุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อที่เหมาะสม

การศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องถูกจัดทำ
ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็น
สาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหารที่มีสภาพเป็นกรดต่ำ ได้แก่ น้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงที่มี pH เท่ากับ
5.28 โดยทำการศึกษาตั้งแต่ การหาชนิดของน้ำพริกแกงสำเร็จรูปที่จะใช้ในการเตรียมน้ำแกงเผ็ด
พร้อมปรุงและการพัฒนาสูตรให้ได้สูตรของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด จาก
การทดสอบทางประสาทสัมผัส สูตรที่ผู้บริโภครอมรับจะถูกเตรียมเป็นน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุ
กระป๋องขนาด 307x113 ที่ผ่านการทดลองฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 °C และ 121 °C เวลา 20, 25 และ 30
นาทีตามลำดับ รวมทั้งทำการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ Clostridium spp. และ Flat sour ประเภท
Mesophilic พร้อมกับการตรวจสอบลักษณะปรากฏที่ได้ ซึ่งที่อุณหภูมิ 121 °C เวลา 20 นาที ไม่พบ
การเจริญของ จุลินทรีย์และมีลักษณะปรากฏที่ดีที่สุด จากนั้นนำไปหา Cold point โดยการเสียบ
Thermocouple 3 ตำแหน่งคือตำแหน่ง 1/10 ของความสูงกระป๋อง, 3/4 วัดจากด้านล่างกระป๋อง และ
กึ่งกลางกระป๋อง ได้ตำแหน่งกึ่งกลางกระป๋องเป็นจุด Cold point และจึงทำการหา F₀ ที่อุณหภูมิและ
เวลาดังกล่าวได้เท่ากับ 10.77 ซึ่งเป็นค่า F₀ ที่มีความเหมาะสมกับผลการตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์
และลักษณะปรากฏที่ยอมรับได้ในระดับหนึ่ง

ศนิดา ราชปึก

ดวงกมล เสริมสันติธรรม

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

วัน เดือน ปี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำรายงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.เขวาลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ และดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรตม์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนวทางต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ส่งผลให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนในงานวิจัยดำเนินไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ของเรา ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านทุนทรัพย์และกำลังใจเรื่อยมา ขอขอบคุณพี่หมู พี่แดง ที่สละเวลาให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำ เพื่อรรรถพล ภรรยา พี่อาทิตย์ วาริเจริญชัย และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ศนิดา ราชปึก

ดวงกมล เสริมสันติธรรม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ณ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	3
2.1 วัตถุประสงค์	
2.1.1 น้ำพริกแกง	3
2.1.2 น้ำกะทิ	3
2.2 ความเป็นกรดต่างของอาหาร	4
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	5
2.4 ความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์	5
2.5 การแผ่กระจายของความร้อน	7
2.6 การถ่ายเทความร้อน และCold point ในอาหารกระป๋อง	8
2.7 การเก็บข้อมูล	10
2.8 การคำนวณหาเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	10
2.9 ช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุ	12
2.10 สุญญากาศ	13
2.11 การไล่อากาศ	14
2.12 การทำให้เย็น	16
3. วัตถุประสงค์อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	17
3.1 วัตถุประสงค์	17
3.2 อุปกรณ์	17
3.3 วิธีการทดลอง	18
3.3.1 ศึกษาหาชนิดของน้ำพริกแกงเผ็ดที่ผู้บริโภคมองรับการผลิต น้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องจากสูตรมาตรฐาน	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.2 พัฒนาสูตรของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุง	19
3.3.3 ศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการเตรียมน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุง	21
3.3.5 ศึกษาผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อต่อลักษณะปรากฏของตัวอย่าง	22
3.3.6 วิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	22
3.3.6.1 หาดำแหน่งของ Cold point	22
3.3.6.1 ศึกษาอุณหภูมิ และเวลาของการฆ่าเชื้อที่เหมาะสม	23
3.3.7 ตรวจสอบคุณภาพของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง	23
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	24
4.1 ศึกษาหาชนิดของน้ำพริกแกงเผ็ดที่บริโภคยอมรับต่อการผลิตน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง	24
4.2 ผลการพัฒนาสูตรของน้ำแกงพร้อมปรุง	24
4.3 ผลการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการเตรียมน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุง	28
4.4 ผลการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อต่อลักษณะปรากฏของตัวอย่าง	29
4.5 ผลการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง	29
4.6 ผลการศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	30
4.6.1 ผลการหาดำแหน่งของ Cold point	30
4.6.2 ผลการศึกษาระยะเวลาของการฆ่าเชื้อที่เหมาะสม	31
4.6.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง	34
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	35
5.1 สรุปผลการทดลอง	35
5.2 ข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	37

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก	หน้า
ภาคผนวก ก การพัฒนาสูตร	38
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบสอบถามที่ใช้ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส	39
ภาคผนวก ค ตารางสำเร็จรูปสำหรับวิธี Paired-comparison	41
ภาคผนวก ง วิธีการตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุง บรรจุกระป๋อง	43
ภาคผนวก จ การอธิบาย simple heating curve	44
ภาคผนวก ฉ ตารางที่ใช้สำหรับการคำนวณค่า F_0	46
ภาคผนวก ช ค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิดที่ใช้กันทั่วไป	49
ภาคผนวก ซ น้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องประกอบเป็น แกงเผ็ดถูกขึ้นปลากรวย	52
	53

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำกะทิเมื่อคั้นโดยไม่เติมน้ำ	4
2.2 ค่าความทนทานต่อความร้อน(ค่า D, Z) ของแบคทีเรียที่พบในอาหารกระป๋อง	7
2.3 GHS สูงสุดสำหรับกระป๋องโลหะแต่ละขนาด	13
4.1 การพัฒนาสูตรครั้งที่ 1	25
4.2 การพัฒนาสูตรครั้งที่ 2	26
4.3 การพัฒนาสูตรครั้งที่ 3	27
4.4 แสดงผลการตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์	30
4.5 ผลการตรวจสอบคุณภาพของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง	34
ตารางผนวกที่	
1. ตารางสำเร็จรูปสำหรับวิธี Paired-comparison	43
2. Fi values for various retort temperatures (°F)	49
3. f_0/U for given LOG g (log g in hundredths)	50
4. ค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิดที่ใช้กันทั่วไป	52

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงจุดที่ความร้อนเข้าไปถึงช้าที่สุด (Cold point) ในอาหาร ที่มีการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการพา (convection) และ แบบการนำ (conduction)	9
2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของเวลาและอุณหภูมิในการให้ความร้อน แก่อาหารแบบการพา และแบบการนำในกระป๋อง 77x112.5 มม.	9
1.1 กราฟไฮแมงมุมการพัฒนาสูตรครั้งที่ 1	25
1.2 กราฟไฮแมงมุมการพัฒนาสูตรครั้งที่ 2	26
1.3 กราฟไฮแมงมุมการพัฒนาสูตรครั้งที่ 3	27
1.4 เปรียบเทียบวิธีการเตรียมน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุง	28
1.5 เปรียบเทียบลักษณะปรากฏที่ใช้อุณหภูมิและเวลาฆ่าเชื้อที่ระดับต่างๆ	29
1.6 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อให้ความร้อน ณ ตำแหน่งต่างๆ เพื่อหาจุด Cold point	31
1.7 Simple heating curve ที่ใช้ในการคำนวณหาค่า F_0 ของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุง บรรจุกระป๋อง	33
รูปภาคผนวกที่	
1. Flow chart การคำนวณค่า F_0 ของ Simple heating curve	47
2. Flow chart การคำนวณ Process time ของ Simple heating curve	47
3. น้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องประกอบเป็นแกงเผ็ดลูกชิ้นปลาทราย	53

บทที่ 1

บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์แกงบรรจุกระป๋องที่พบเห็นในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกัน คือ ผลิตภัณฑ์แกงบรรจุกระป๋องแบบมีเนื้อ และผลิตภัณฑ์แกงบรรจุกระป๋องแบบไม่มีเนื้อ หรือที่เรียกว่า ผลิตภัณฑ์น้ำแกงพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง ซึ่งมีการบรรจุในกระป๋องขนาดต่างๆ กัน โดยจะใช้สัญลักษณ์ตัวเลข 3 หลัก ระบุขนาดกระป๋อง คือ เส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง เช่น กระป๋องขนาด 307x409 จะหมายถึง กระป๋องที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 7/16 นิ้ว และความสูง 4 9/16 นิ้ว ขนาดกระป๋องที่ใช้กันทั่วไปสำหรับผลิตภัณฑ์แกงบรรจุกระป๋องแบบมีเนื้อที่จำหน่ายในประเทศไทย เช่น แกงเนื้อ ตราอ.ส.ร. ของบริษัท ไทยคิวที บรรจุในกระป๋องขนาด 307x113 สามารถรับประทานได้ 1-2 ที่ ส่วนผลิตภัณฑ์น้ำแกงพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องที่จำหน่ายในประเทศไทย ได้แก่ น้ำแกงเขียวหวานพร้อมปรุง ตรา ตะไคร้ ของบริษัท โซคิวดี อุตสาหกรรม และที่จำหน่ายในต่างประเทศ ได้แก่ น้ำแกงเผ็ด และน้ำแกงเขียวหวานพร้อมปรุง ตรารสไทย ของบริษัท ฟู้ดแอนด์ ครีส์ จำกัด (มหาชน) บรรจุในกระป๋องขนาด 300x407 สามารถนำไปปรุงได้ทันที เพียงเค็มเนื้อและผักที่ต้องการ โดยที่ไม่สูญเสียคุณค่าทางอาหารของเนื้อและผัก ไปด้วยกับความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิต รับประทานได้ 3-4 ที่ เมื่อเปิดแล้วสามารถเก็บไว้ได้ประมาณ 1 เดือน โดยการแช่เย็น จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์น้ำแกงพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องสามารถนำมาปรุงได้ง่าย และสามารถเลือกชนิดของเนื้อและผักได้ตามความต้องการ น้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจต่อการผลิตระดับอุตสาหกรรม แต่ทั้งนี้ควรจะศึกษาถึงกระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เช่นกัน

น้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง (Canned Red Curry Soup) จึงหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการผสมรวมกันระหว่าง น้ำพริกแกงเผ็ดกับน้ำกะทิ ที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว พร้อมด้วยส่วนประกอบอื่นๆ ได้แก่ น้ำตาลทราย น้ำปลา และน้ำมันถั่วเหลืองหรือน้ำมันพืช ในปริมาณที่เหมาะสมแล้วทำการบรรจุในกระป๋องปิดสนิทกันอากาศเข้าออก ผลิตภัณฑ์ต้องผ่านกรรมวิธีใช้ความร้อนพอเพียงที่จะสามารถป้องกันมิให้เสียหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ และจากการค้นคว้าพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง ตรารสไทย ใช้สภาวะในการฆ่าเชื้อที่ 121°C เวลา 40 นาที ได้ค่า F₀ เท่ากับ 25 สำหรับการทดลองในครั้งนี้ ยังไม่สามารถหาข้อมูลอ้างอิงจากผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันและขนาดของกระป๋องขนาดเดียวกันได้ เพียงแต่มีค่า F₀ ของผลิตภัณฑ์บาง

อย่างที่ใกล้เคียง เช่น ผลิตภัณฑ์แกงเนื้อใส่ผักบรรจุกระป๋องขนาด 300x407 หรือเล็กกว่า มีค่าF₀ เท่ากับ 8-12 และจุลปะมะเชื้อเทศบาลบรรจุกระป๋องทุกขนาด มีค่าF₀ เท่ากับ 3 เป็นต้น

ดังนั้น เกณฑ์ของการทดลองในครั้งนี้ ค่าF₀ ที่ได้จึงเป็นเพียงค่าที่เหมาะสมกับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ ซึ่งน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงต้องได้รับความร้อนเพียงพอและนานพอที่จะทำให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค รวมถึงการมีลักษณะปรากฏที่ดี และลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคยอมรับระดับหนึ่ง จึงสามารถนำมาเป็นแนวทางในการหากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์อื่นๆต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 วัตถุประสงค์

2.1.1 น้ำพริกแกง

น้ำพริกแกง(มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2536) หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ทำจากส่วนประกอบที่บดแล้ว อาจผสมกับกะทิหรือน้ำมันบริโภคชนิดอื่นก็ได้ แล้วนำไปให้ความร้อนจนแห้งหรือไม่แห้งก็ได้ แล้วแต่ประเภทของน้ำแกง โดยรักษาคุณภาพและกลิ่นของน้ำพริกแกงนั้นๆ ไว้ นำไปใช้ได้ทันที

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมพริกแกง(มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2536)นี้ กำหนดประเภท ส่วนประกอบ คุณลักษณะที่ต้องการ วัตถุประสงค์อาหาร สุนัขลักษณะ ภาชนะบรรจุ ปริมาณ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่าง เกณฑ์ตัดสิน การตรวจสอบและการวิเคราะห์ น้ำพริกสำหรับนำไปประกอบอาหาร

2.1.2 น้ำกะทิ

น้ำกะทิเป็นของเหลวที่ได้จากการสกัดไขมันและโปรตีนจากมะพร้าวขูดโดยการใช้ น้ำหรือบีบคั้นโดยตรง การสกัดน้ำกะทินี้จะมีไขมันและโปรตีนเหลืออยู่ในกากมาก มีลักษณะเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (Oil-in-water emulsion; O/W) ซึ่งหมายถึงลักษณะของหยดน้ำมันกระจายอยู่ในสารละลายน้ำ และถูกล้อมรอบหรือห่อหุ้มด้วยโปรตีน สภาพดังกล่าวเกิดจากระบบที่มีแรงตึงผิว(Interfacial tension) ระหว่างโมเลกุลของน้ำ และไขมันที่ต่ำลง เพราะมีโปรตีนเป็นตัวลดแรงตึงผิว (Clemente และ Villacorte, 1933) องค์ประกอบของน้ำกะทิขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้ในการสกัด

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำกะทิเมื่อคั้นโดยไม่เติมน้ำ

Chemical properties of coconut milk	(%)
Water	50.00
Fat	39.77
Protein	2.78
Starch	0.09
Sugars	2.99
Total solids	10.38
Ash	1.22

ที่มา : Woodroof, J.G. (1979)

Buccat และคณะ (1973) รายงานว่า ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของน้ำกะทิอยู่ระหว่าง 5.8-6.39 โดยวัดที่ช่วงอุณหภูมิ 10-80 องศาเซลเซียส และยังได้ศึกษาถึงผลของอุณหภูมิดังกล่าวต่อคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำกะทิพบว่าความหนาแน่นและ pH ของน้ำกะทิจะแปรผกผันกับอุณหภูมิ ส่วนค่าแรงดึงผิว (surface tension) และความหนืดจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิจนถึง 60 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าแรงดึงผิวและความหนืดจะลดลงเนื่องจากโปรตีนเริ่มเกิดการรวมตัวกันที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส และรวมตัวกันทั้งหมดเมื่ออุณหภูมิถึง 80 องศาเซลเซียส (Hagenmaier, 1980) และตกตะกอนที่ pH เท่ากับ 4 (Nuero และคณะ, 1968; Strength และ Melo, 1969; Antonioli และ Samson, 1971)

2.2 ความเป็นกรดต่างของอาหาร (pH)

pH เป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในกระบวนการฆ่าเชื้อในอาหาร ทั้งนี้เพราะ pH มีผลโดยตรงต่อกระบวนการให้ความร้อน และความสามารถในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ปกติจุลินทรีย์จะทนความร้อนได้มากที่สุด เมื่อเจริญอยู่ในสภาพที่มีความเป็นกรดต่างที่เหมาะสม

อาหารถูกแบ่งตามสภาพความเป็นกรดต่างเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.2.1 อาหารที่มีสภาพเป็นกรด มีค่า pH ต่ำกว่า 4.6 เช่น ส้ม มะนาว สับปะรด เป็นต้น ความเป็นกรดทำให้จุลินทรีย์ (โดยเฉพาะแบคทีเรียที่สร้างสปอร์) ไม่เจริญเติบโต และมี

ความทนทานต่อความร้อนได้น้อยจึงถูกทำลายได้ง่าย ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิน้ำเดือดปกติ (100 องศาเซลเซียส)

2.2.2 อาหารที่มีสภาพเป็นกรดต่ำ มีค่า pH สูงกว่า 4.6 เช่น เนื้อสัตว์ อาหารทะเล ผัก ข้าวโพด สำหรับกระป๋อง สภาพไร้อากาศในกระป๋องเหมาะที่ *Clostridium botulinum* จะเจริญเติบโตและสร้างสารพิษ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างสปอร์ทนความร้อนสูง

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

2.3.1 คุณสมบัติในการทนทานต่อความร้อนของสปอร์จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร การทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารต้องพิจารณาระดับอุณหภูมิและปริมาณความร้อนที่ต้องการ นอกจากนี้ยังต้องศึกษาถึงความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์

2.3.2 อัตราเร็วที่ปริมาณความร้อนแทรกผ่าน ไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหาร เวลาที่ใช้จะทำให้จุดที่ร้อนช้าที่สุดในภาชนะถึงอุณหภูมิที่ต้องการ

2.4 ความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์

2.4.1 ชนิดและจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น ความร้อนในการทำลายยีสต์และราจะง่ายกว่าแบคทีเรีย และสปอร์ของแบคทีเรียทนความร้อนได้ดีกว่าเซลล์ธรรมดา (Vegetative cell) ระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อขึ้นกับจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น ถ้าปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นมากกว่าที่กำหนดไว้ อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดไว้ในกระบวนการฆ่าเชื้อก็จะไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้หมด ก่อให้เกิดปัญหาอาหารผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ (Under Process)

2.4.2 อายุของจุลินทรีย์ ระยะการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะมีผลต่อการทนทานความร้อน จุลินทรีย์มีความต้านทานต่อความร้อนได้สูงสุดในระยะสแตชันนารีเฟส (Stationary phase) รองลงมาคือช่วงแลกเฟส (Lag phase) ซึ่งเป็นช่วงพักตัวก่อนเริ่มการเจริญเติบโต ส่วนช่วงลอการิทึมเฟส (Logarithmic phase) จุลินทรีย์ไม่ทนความร้อน

2.4.3 อุณหภูมิ จุลินทรีย์จะทนความร้อนได้มากที่สุด เมื่อเจริญในสภาพที่อุณหภูมิเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (Optimum temperature) ดังนั้นอุณหภูมิที่อาหารถูกทิ้งไว้ก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อจะมีผลต่อการต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์

2.4.4 ลักษณะของอาหาร จุลินทรีย์สามารถทนความร้อนได้มากขึ้น เมื่อปริมาณน้ำในอาหารลดลง (Water activity) สารประกอบต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของอาหาร เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกลือ (เกลือของแคลเซียมและแมกนีเซียม) รวมทั้งเกลือแอมโมเนียมและน้ำตาลที่เติม ซึ่งจะมีผลช่วยเพิ่มความต้านทานของจุลินทรีย์

2.4.5 ความเป็นกรดด่างของอาหาร (pH) มีผลโดยตรงต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและความสามารถในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ปกติจุลินทรีย์จะทนความร้อนได้มากที่สุดเมื่อเจริญในสภาพที่มี พีเอชเหมาะสม (Optimum pH)

ความทนทานความร้อนของจุลินทรีย์แต่ละชนิดแตกต่างกันไป ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่าความทนทานต่อความร้อน (ค่า D, Z) ของแบคทีเรียที่พบในอาหารกระป๋อง

Types of foods & bacterial groups	Approximate range of heat resistance	
Low-acid และ medium-acid (pH > 4.5)		
Thermophiles (spores)	D _{250°E} (min)	Z(°E)
Flat-sour (<i>B. stearotherophilus</i>)	4.0-5.0	14-22
Gaseous-spoilage (<i>C. thermosaccharolyticum</i>)	3.0-4.0	16-22
Sulfide stinkers (<i>C. nigrificans</i>)	2.0-3.0	16-22
Mesophiles (spores)		
Putrefactive anaerobes		
<i>C. botulinum</i> (type A&B)	0.1-0.2	14-18
<i>C. sporogenes</i> (P.A.3679)	1.0-1.5	14-18
Acid-foods (pH 4.0-4.5)		
Thermophiles (spores)		
<i>B. coagulans</i> (facultatively mesophilic)	0.01-0.07	14-18
Mesophiles (spores)		
<i>B. polymyxa</i> และ <i>B. macerans</i>	0.1-0.5	12-16
Butyric anaerobes (<i>C. pasteurianum</i>)	0.1-0.5	12-16
High-acid foods (pH ≤ 4.0)		
Mesophilic non-spore forming		
<i>Lactobacillus</i> spp., <i>Leuconostoc</i> spp.,	D _{150°E}	Z(°E)
Yeasts และ molds	0.5-1.0	8-10

ที่มา : Stumbo(1973)

2.5 การแพร่กระจายของความร้อน(Heat Penetration)

อัตราความเร็วที่ปริมาณความร้อนแพร่กระจายไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุด (Cold point) ของอาหารกระป๋องขึ้นกับลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาหารแต่ละชนิด ซึ่งเกิดขึ้นไม่เท่ากัน ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อต้องนานเพียงพอที่ความร้อนจะแพร่กระจายไปยังจุดที่ได้รับความร้อนช้าที่สุดของอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระป๋องและมีผลต่อการฆ่าเชื้อ ณ จุดนั้นด้วยเพื่อให้การฆ่าเชื้อเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ดังนั้นขนาดของกระป๋องจึงมีผลต่อการฆ่าเชื้อ เพราะว่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาหารกระป๋องขนาดใหญ่จะใช้เวลานานกว่ากระป๋องขนาดเล็ก

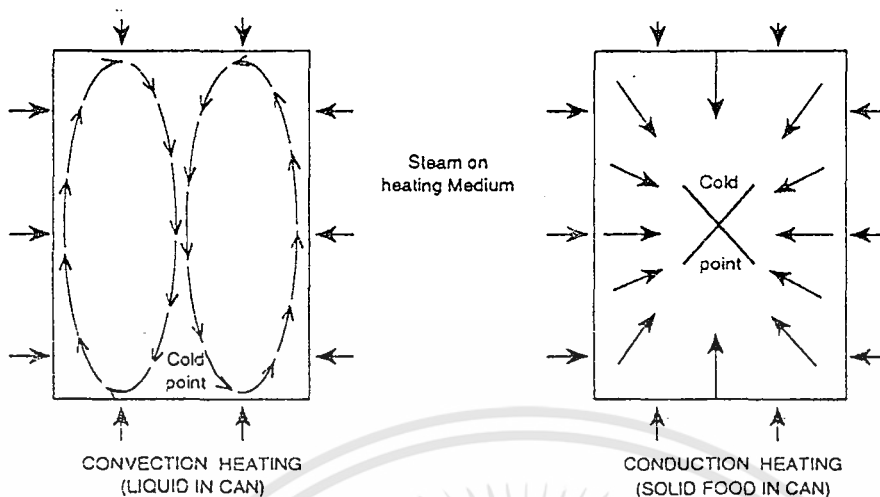
2.6 การถ่ายเทความร้อนและ Cold point ในอาหารกระป๋อง

2.6.1 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน(Conduction) อาหารที่อยู่ติดกับผนังกระป๋องที่มีอุณหภูมิสูง เมื่อได้รับความร้อนแล้วจะถ่ายเทพลังงานความร้อนไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าผ่านโมเลกุลของอาหารที่ไม่เคลื่อนที่ โดยจุดที่ร้อนช้าที่สุดจะอยู่บริเวณกึ่งกลางของกระป๋องที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ผลึกภัณฑ์อาหารชนิดนี้จึงได้รับความร้อนช้าและส่วนมากจะเป็นผลึกภัณฑ์ที่มีความหนืดสูง

2.6.2 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน (Convection) ถ้าเป็นการพาความร้อนแบบธรรมชาติ โดยสาเหตุมาจากความแตกต่างของความหนาแน่นตัวกลาง (อาหารเหลว) โมเลกุลของอาหารเหลวที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าจะเคลื่อนที่ขึ้นข้างบน ขณะที่โมเลกุลที่มีความหนาแน่นมากกว่าจะเคลื่อนลงมาแทนที่ ทำให้เกิดการไหลเวียนของอาหารเหลวภายในกระป๋อง ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ดังนั้นจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหารกระป๋องที่ฆ่าเชื้อโดยวางเรียงในแนวตั้งจะอยู่ที่ประมาณ $\frac{3}{4}$ จากด้านล่างกระป๋องสำหรับกระป๋องขนาดเล็ก และสำหรับกระป๋องขนาดใหญ่จะอยู่ที่ประมาณ $1 \frac{1}{2}$ นิ้ว จากด้านล่างกระป๋อง (ทิพาพร, 2536) ผลึกภัณฑ์อาหารชนิดนี้จึงได้รับความร้อนเร็วกว่าการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน ดังรูปที่ 2.2

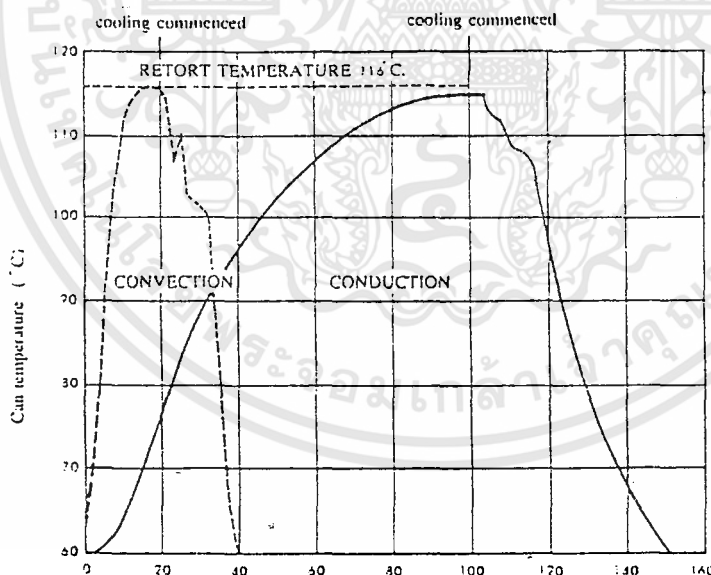
ถ้าเป็นการพาความร้อนแบบบังคับ (Forced Convection) จะมีแรงภายนอกมาบังคับให้โมเลกุลของอาหารเหลวเคลื่อนที่ เกิดการผสมของของเหลวภายในกระป๋องทำให้การถ่ายเทความร้อนเป็นไปได้เร็วขึ้น จึงมักจะไม่มีพบจุดที่ร้อนช้าที่สุดหรือถ้ามีก็จะอยู่ที่กึ่งกลางกระป๋อง

2.6.3 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบผสม เช่น อาหารที่มีส่วนผสมของสารให้ความหนืดประกอบอยู่ด้วย ซึ่งในช่วงแรกของการให้ความร้อนจะเป็นแบบการพาและเมื่อให้ความร้อนต่อไปอาหารจะเกิดการเปลี่ยนแปลงจนมีความข้นหนืดมากขึ้น การถ่ายเทความร้อนจึงเปลี่ยนเป็นแบบการนำ กราฟการให้ความร้อนจึงมีลักษณะเส้นหัก (Broken heating curve) จุดที่ร้อนช้าที่สุดจะอยู่ที่ประมาณกึ่งกลางระหว่างจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำ และแบบการพา (ทิพาพร, 2536)



ที่มา : stumbo (1973)

รูปที่ 2.1 แสดงจุดที่ความร้อนเข้าไปถึงช้าที่สุด (Cold point) ในอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการพา (convection) และแบบการนำ (conduction)



ที่มา : Stumbo (1973)

รูปที่ 2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของเวลาและอุณหภูมิในการให้ความร้อนแก่อาหารแบบการพาและแบบการนำในกระป๋อง 77 x 112.5 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การเก็บข้อมูล

จะเก็บข้อมูลจากตำแหน่งที่อุณหภูมิของอาหารภายในกระป๋องเปลี่ยนแปลงช้าที่สุด หรือ Cold point แล้วนำมาพลอตบนกระดาษกราฟ เพื่อหาเวลาที่ต้องการในการฆ่าเชื้อ ในการทดลองจะเลือกใช้ ภาวะที่ใช่จริงในโรงงาน เช่นความดันไอน้ำ การจัดเรียงกระป๋องลงใน retort อุณหภูมิเริ่มต้นต่ำสุดของอาหารที่จะบรรจุ การเตรียมตัวอย่าง หลังจากนั้นจะบรรจุอาหารลงในกระป๋อง โดยเสียบ Thermocouple ที่ Cold point เพื่อบันทึกอุณหภูมิของอาหาร และของ retort ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างการฆ่าเชื้อ และทำให้เขียนลงในกรณีที่ไม่ว่า Cold point อยู่ที่ตำแหน่งใด ต้องทดลองโดยเสียบสาย Thermocouple ที่จุดต่างๆ ตามแนวแกนกลางในแนวตั้งของกระป๋องขนาดใหญ่ ในแนวนอนของกระป๋องขนาดเล็ก โดยทำกระป๋องละจุดเดียว และทำซ้ำหลายๆ กระป๋อง แล้วประเมินจากตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงช้าที่สุด มากครั้งที่สุด ข้อมูลอื่นๆที่ต้องการเก็บ ได้แก่

1. อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารในกระป๋อง ก่อนเปิดไอน้ำ
2. เวลาเมื่อเริ่มเปิดไอน้ำ
3. เวลาที่ปิดท่อ drain (ถ้ามี)
4. เวลาและอุณหภูมิที่ปิด vent
5. เวลาที่ retort ขึ้นถึงอุณหภูมิที่ต้องการ
6. เวลาที่ปิดไอน้ำ

2.8 การคำนวณหาเวลาในการฆ่าเชื้อ ด้วยความร้อน (Thermal process calculation)

จากข้อมูลอุณหภูมิและเวลาของอาหารกระป๋องที่ได้ จะนำไปพลอตกราฟ เพื่อหา process time วิธีที่นิยมใช้มี 2 วิธีคือ

2.8.1 Graphical หรือ General method เป็นการหาค่า Lethality (F_0) ที่แท้จริงของกระบวนการฆ่าเชื้อที่ภาวะหนึ่งๆ เท่านั้น ดังที่กล่าวมาแล้วว่า Lethality จะหมายถึงเวลาที่อุณหภูมิ 250 °F หรือ 121 °C อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมिनอกเหนือจากนี้ ก็ยังมีอำนาจในการฆ่าเชื้อโดยเฉพาะที่อุณหภูมิสูงกว่า 212 °F หรือ 100 °C ซึ่งสามารถเปรียบเทียบกันได้โดยคำนวณจากสมการ

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

เมื่อ CT คืออุณหภูมิของกระป๋องที่ cold point

ดังนั้นจากข้อมูล heat penetration เราจะคำนวณหา Lethal rate แล้วนำไปพลอตกับเวลาพื้นที่ได้รูปที่ 1 ได้ จะคูณด้วยแฟกเตอร์ เพื่อเปลี่ยนเป็นค่า F_0 ของกระบวนการฆ่าเชื้อนั้นค่าแฟกเตอร์ที่ใช้คูณ หาจากพื้นที่ในกราฟที่เท่ากับ 1 unit sterilization area

2.8.2 Formula method

วิธีนี้ใช้หา process time ที่ภาวะอุณหภูมิของ retort (RT) และอุณหภูมิเริ่มต้นของกระป๋อง (IT) ต่างๆกัน ได้ ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาพลอตบนกระดาษ semi-logarithmic โดยเริ่มตั้งแต่เวลาที่เปิดไอน้ำเรื่อยไป และเวลาที่อุณหภูมิของ retort ขึ้นถึงอุณหภูมิที่ต้องการจะเรียกว่า come up time (CUT) สำหรับขั้นตอนในการวิเคราะห์มีดังนี้

2.8.2.1 การเตรียม heat penetration curve

1) หลักการ : วัตถุประสงค์ของการทำ คือหา heating curve และค่า f_h และ j_h ซึ่ง Ball ได้ดัดแปลงวิธีการพลอตกราฟนี้จากหลักการถ่ายโอนความร้อน สมการที่นำมาใช้ คือ

$$\log (RT-CT) = -t/f_h + \log (j_h(RT-IT))$$

เมื่อพลอตระหว่าง $\log (RT-CT)$ กับเวลา จะได้กราฟเส้นตรงที่มีความชัน เท่ากับ $-1/f_h$ ซึ่งก็คือเวลาที่ heating curve เปลี่ยนไป 1 log cycle หรือ 90% นั้นเอง

2) สเกลของอุณหภูมิ : เพื่อความสะดวก Ball ได้แนะนำว่าเราสามารถพลอตค่า CT โดยตรงได้โดยกลับหัวท้ายของกระดาษกราฟ semi-logarithmic และให้ใส่ค่าบนบรรทัดบนสุดของ cycle ด้วย (RT-1) แล้ว cycle ต่อมาเป็น (RT-100) ตามลำดับ

3) สเกลเวลา : โดยทั่วไปเราจะพยายามแบ่งสเกลให้ง่ายที่สุด โดยใช้เป็นเลขจำนวนเต็ม

2.8.2.2 การพลอตข้อมูล

1) heat curve : หลังจากที่ได้กลับหัวท้ายกระดาษกราฟ และพลอตค่าอุณหภูมิของกระป๋องบนสเกล log และเวลาบนสเกลปกติแล้ว เราจะลากเส้นตรงผ่านข้อมูลที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 212 °F ขึ้นไป ซึ่งจะพบว่าในช่วงแรกของ curve ไม่เป็นเส้นตรง แต่จะโค้งมากน้อยเพียงใดแล้วแต่แบบของการถ่ายโอนความร้อน และส่วนหลังจะเป็นเส้นตรง ส่วนที่โค้งนี้เกิดจากสมบัติของอาหารนั้นๆ ว่าสามารถถ่ายโอนความร้อนได้เร็วช้าเพียงใด ถ้าถ่ายโอนได้ช้า เช่นในแบบการให้ความร้อน เราจะพบว่าส่วนโค้งนี้กว้างและกางออก ถ้าอาหารสามารถถ่ายโอนความร้อนได้เร็ว

แบบการพาความร้อน ส่วนที่เป็นเส้นโค้งนี้จะสั้น เวลาที่ใช้จากเริ่มต้น จนถึงเมื่อเราเห็นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของกระป๋องเรียกว่า lag time และ heating curve ที่มีส่วนที่เป็นเส้นตรงเส้นเคียวนี้เรียกว่า “simple heating curve”

ในบางกรณีเราจะพบว่าอาหารนั้นมี heating curve ส่วนที่เป็นเส้นตรงมากกว่าหนึ่งเส้น ซึ่งจะเรียกว่า “broken heating curve” ตัวอย่างอาหารแบบนี้ เช่นอาหารที่มีลักษณะการถ่ายโอนความร้อนแบบผสม (complex heating)

2) cooling curve : ในการพลอตข้อมูลช่วงทำให้เย็น จะไม่กลับกระดากกราฟ แต่จะแบ่งสเกลอุณหภูมิเป็นอุณหภูมิของน้ำเย็นที่ใช้ หรือ CW+1 และเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ เป็น CW+10, CW+100 ตามลำดับ และพลอตค่าอุณหภูมิของกระป๋องที่เปลี่ยนไปในระหว่างทำให้เย็น

2.9 ช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุ (Headspace)

ส่วนของช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุ มีความสำคัญต่อการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อแรงดันที่เกิดขึ้นภายในเนื่องจาก

1. อาหารภายในภาชนะขยายตัว
2. ความดันไอน้ำภายในภาชนะเพิ่มขึ้น
3. อากาศและก๊าซอื่นในช่องว่างภายในภาชนะบรรจุขยายตัว

อาหารกระป๋องเมื่อผ่านการให้ความร้อนจะทำให้เกิดแรงดันภายในมาก แรงดันภายในเหล่านี้จะถูกควบคุม โดยการขยายตัวของกระป๋องและการโป่งพองของฝากระป๋องซึ่งรีดลอนไว้ ดังนั้นจึงต้องเหลือช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุไว้ส่วนหนึ่งเพื่อรองรับการขยายตัวของอาหารและก๊าซภายในภาชนะบรรจุ และช่องว่างนี้ยังช่วยในการถ่ายเทความร้อน ในกรณีที่มีการพลิกกลับไปมาของภาชนะบรรจุในระหว่างการให้ความร้อน

ในการบรรจุและการปิดผนึกมีตัวแปรที่ต้องควบคุม 3 ประการ คือ

1. ชนิดและปริมาณของก๊าซในช่องว่างเหนืออาหารที่บรรจุ โดยปกติมักจะเป็นอากาศ ในบางกรณีอาจมีการบรรจุก๊าซเฉื่อยแทน
2. ปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหาร โดยทั่วไปจะต้องควบคุมปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุมีค่าไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรภาชนะบรรจุ (Heid และ Jostyn, 1963) การวัดช่องว่างภายในภาชนะบรรจุสามารถทำได้ 2 วิธี คือการวัดระยะทางจากขอบบนของส่วนโค้งหรือตะเข็บจนถึงผลิตภัณฑ์ (Gross headspace, GHS) และการวัดระยะจริงจากฝา

กระป๋องจนถึงผลิตภัณฑ์ (net headspace) ค่าสูงสุดของGHS สำหรับกระป๋องแต่ละขนาด แสดงดัง
ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 GHSสูงสุดสำหรับกระป๋องโลหะแต่ละขนาด

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

ที่มา : Heid และ Joslyn (1963)

ปริมาณช่องว่างเหนืออาหารจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ถ้าปริมาณช่องว่างเหนือ
อากาศน้อยเกินไป อันเนื่องมาจากการบรรจุอาหารที่มากเกินไป เวลาในการฆ่าเชื้อที่คำนวณไว้อาจ
ไม่เพียงพอเนื่องจากอัตราการส่งผ่านของความร้อนลดลงและมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของ
อาหารภายใน ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลงค่า F_0 ของกระบวนการจะลดลงถ้ามีปริมาณ
ช่องว่างเหนืออากาศมากเกินไป จะทำให้น้ำหนักสุทธิของอาหารต่ำกว่ามาตรฐาน อากาศภายใน
ภาชนะบรรจุที่มากเกินไปจะทำให้อาหารซึ่งเก็บภายในภาชนะบรรจุเกิดการเสื่อมเสีย และภาชนะ
บรรจุอาจเกิดการกัดกร่อน

3. สภาวะความดันภายในช่องว่างเหนืออาหาร ความดันในช่องว่างเหนืออาหารจะ
ต้องต่ำกว่าความดันของบรรยากาศภายนอก หรือเรียกว่าเป็น “สุญญากาศ” ซึ่งจะต้องมีการไล่อากาศ
ออกจากบริเวณของช่องว่างนี้

2.10 สุญญากาศ (Vacuum)

สุญญากาศภายในภาชนะบรรจุ คือผลต่างของความดันภายในภาชนะบรรจุกับความดันของ
บรรยากาศภายนอก ดังนั้นถ้าความดันภายในภาชนะบรรจุเท่ากับความดันบรรยากาศภายนอก ค่า

สูญญากาศจะเป็นศูนย์ ถ้าสูญญากาศภายในภาชนะบรรจุมีค่า 30 นิ้ว แสดงว่าสามารถไล่อากาศหรือก๊าซอื่นๆออกจากภาชนะบรรจุได้หมด (Heid และ Joslyn, 1963)

ในกระบวนการบรรจุกระป๋อง จำเป็นต้องทำให้เกิดสภาวะสูญญากาศภายในภาชนะบรรจุ เนื่องจากเหตุผลหลายประการ คือ

1. เพื่อให้ฝากระป๋องโค้งเว้าเข้าด้านในตลอดช่วงอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นว่าอาหารภายในยังคงมีสภาพดี เนื่องจากการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิด เนื่องจากจุลินทรีย์จะเกิดก๊าซขึ้นภายในและดันฝาภาชนะบรรจุให้โป่งพองออก
2. ช่วยลดปริมาณออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุ เป็นการช่วยลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์ภายใน เช่นการเปลี่ยนแปลงสีของอาหารบางชนิด ปฏิกิริยาของการเกิดออกซิเดชัน (oxidation)
3. ลดแรงดันภายในภาชนะบรรจุ ในระหว่างการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อทำให้ส่วนของฝาภาชนะบรรจุไม่เกิดการบิดเบี้ยว เสียรูปทรง หรือไม่เกิดการรั่วที่ตะเข็บ

ระดับสูญญากาศที่น้อยเกินไป จะทำให้กระป๋องหรือภาชนะบรรจุมีลักษณะบวม เนื่องจากแรงดันภายในของก๊าซที่ขยายตัว เมื่อได้รับความร้อนระหว่างฆ่าเชื้อจะดันฝาภาชนะให้โป่งออก

ระดับสูญญากาศที่มากเกินไป จะทำให้ภาชนะบุบ กรณีนี้มักเกิดกับภาชนะบรรจุที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากพื้นที่ผิวในการรับแรงกดดันของบรรยากาศมาก

2.11 การไล่อากาศ (Exhausting)

สูญญากาศภายในภาชนะบรรจุเกิดจากการไล่อากาศบริเวณของช่องว่างเหนืออาหารก่อนทำการปิดผนึกภาชนะบรรจุ การไล่อากาศโดยทั่วไปมี 4 วิธี คือ

2.11.1. การบรรจุอาหารขณะร้อน (Hot filling) ใช้กับอาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบและต้องผ่านการให้ความร้อนก่อนการบรรจุ การบรรจุอาหารที่อุณหภูมิใกล้จุดเดือดของน้ำจะทำให้เกิดความดันของไอน้ำประมาณ 1 บรรยากาศในส่วนของช่องว่างภายใน ดังนั้นถ้ารีบปิดผนึก และทำให้เย็น ไอน้ำจะควบแน่นและทำให้เกิดสูญญากาศได้ และเมื่อถูกทำให้เย็นจะเกิดการหดตัวของอาหาร นอกจากนี้การให้ความร้อนเบื้องต้น (Preheat) แก่อาหารจะช่วยลดระยะเวลาการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อลง

การไล่อากาศแบบนี้เหมาะกับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน โดยอุณหภูมิของอาหารขณะบรรจุและปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะจะมีผลต่อสูญญากาศ

ที่เกิดขึ้น การบรรจุที่อุณหภูมิสูงและมีช่องว่างเหนืออาหารน้อย จะทำให้เกิดสุญญากาศภายในภาชนะมากขึ้น

2.11.2. การใช้ความร้อน (*Thermal exhausting*) จะทำภายในภาชนะที่บรรจุอาหารแล้ว อาจเปิดฝาหรือปิดฝาบางส่วน ผ่านอ่างน้ำร้อนหรือห้องไอน้ำ (exhaust box) ซึ่งควบคุมอุณหภูมิไว้ อาหารและภาชนะบรรจุจะถูกทำให้ร้อนจนมีอุณหภูมิ 80-95 °ซ แล้วรีบนำไปปิดฝาทันที วิธีนี้เหมาะสำหรับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อน ซึ่งจะเพิ่มอุณหภูมิของอาหารได้อย่างรวดเร็ว สำหรับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนก็อาจใช้วิธีนี้ได้ แต่จะต้องให้ความร้อนเป็นเวลานานกว่าอุณหภูมิของอาหารจะสูงขึ้นถึงอุณหภูมิที่กำหนด วิธีนี้มักใช้ควบคู่กับการบรรจุขณะร้อน

ในการให้ความร้อน สุญญากาศจะเกิดเนื่องจากอุณหภูมิอาหารขณะปิดฝา และปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหาร

2.11.3. การใช้วิธีกล (*Mechanical exhausting*) ทำโดยการปิดผนึกภาชนะที่บรรจุอาหารแล้วภายใต้สภาวะสุญญากาศ ซึ่งเกิดจากเครื่องมือกล โดยไม่จำเป็นต้องให้ความร้อนแก่อาหารเหมาะสำหรับอาหารที่ไม่ทนต่อความร้อนหรืออาหารแห้ง

วิธีนี้สามารถทำให้เกิดสุญญากาศภายในภาชนะบรรจุสูง เนื่องจากสุญญากาศที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดเนื่องจากการหดตัวของอาหารหรือการควบแน่นของไอน้ำ ดังนั้นอุณหภูมิของอาหารขณะปิดฝา และปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารจะไม่มีผลต่อสุญญากาศที่เกิดขึ้น วิธีนี้ไม่เหมาะกับอาหารที่มีความหนืดสูง เพราะจะเก็บกักอากาศไว้ภายในเนื้ออาหารได้ง่าย

2.11.4. การฉีดไอน้ำเข้าไปในส่วนช่องว่างเหนืออาหารที่บรรจุ ก่อนการปิดฝา (*Steam flow closing*) ทำโดยฉีดไอน้ำเข้าไปแทนที่อากาศ หลังจากฉีดได้ตามเวลาที่กำหนด ฝาของภาชนะซึ่งถูกทำให้ร้อนแล้วจะเลื่อนลงมาแทนที่พร้อมกับการปิดผนึกฝาโดยอัตโนมัติ หลังจากไอน้ำควบแน่นจะเกิดสุญญากาศขึ้นภายในช่องว่างเหนืออาหาร วิธีนี้ไม่สามารถไล่อากาศที่อยู่ภายในเนื้ออาหารได้ ใช้สำหรับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน สุญญากาศที่เกิดขึ้นภายในภาชนะบรรจุจะเกิดจากการควบแน่นของไอน้ำ ซึ่งแทนที่อากาศในส่วนช่องว่างเหนืออาหาร ดังนั้นทั้งปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหารและอุณหภูมิอาหารขณะบรรจุ จะมีผลต่อสุญญากาศภายในกระป๋อง แต่ปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหารจะมีผลมากกว่าอุณหภูมิของอาหาร การเพิ่มปริมาตรของช่องว่างนี้จะทำให้สุญญากาศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากกว่าการเพิ่มอุณหภูมิขณะ

ปิดฝา แต่ในการบรรจุจะต้องระวังไม่ให้มีฟองอากาศภายในเนื้ออาหาร และต้องควบคุมให้ปริมาณช่องว่างเหนืออาหารอยู่ในช่วงที่กำหนด ความสูงของช่องว่างนี้ควรมีค่าประมาณ 10/32 นิ้ว ซึ่งจะทำให้เกิดสุญญากาศที่เหมาะสม

2.12 การทำให้เย็น (Cooling)

อาหารจะถูกทำให้เย็นทันทีหลังการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ เพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนมากเกินไป ทำให้อาหารมีสีคล้ำและเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป การลดอุณหภูมิลงในอัตราที่ช้าเกินไปจะทำให้เกิดการเจริญของสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ทนความร้อน มีผลให้อาหารเกิดการเสื่อมเสีย เพราะจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูงจะยังสามารถเจริญได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม

จุลินทรีย์พวกแฟลคซิวาร์ที่ให้อาหารกระป๋องเสื่อมเสียโดยกระป๋องไม่บวม สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 48.9 องศาเซลเซียส ถึง 71.1 องศาเซลเซียส กระป๋องควรทำให้เย็นอย่างรวดเร็วหลังการฆ่าเชื้อ (Hersom และ Hulland, 1964)

การทำให้เย็นทำได้โดยพ่นน้ำเย็นลงบนกระป๋องหรือจุ่มกระป๋องลงในน้ำเย็นทันที การฉีดพ่นด้วยน้ำเย็นจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเล็กน้อย เนื่องจากสามารถเกิดการระเหยของน้ำที่ผิวกระป๋องได้ ทำให้ลดอุณหภูมิลงได้เร็วกว่า ซึ่งจะลดอุณหภูมิจนกระทั่งถึง 110 °ฟ ไม่ควรลดอุณหภูมิของกระป๋องต่ำกว่านี้ เนื่องจากถ้าลดอุณหภูมิต่ำเกินไป หลังจากนำขึ้นจากน้ำ ยังมีความร้อนเหลืออยู่เพียงพอที่จะทำให้กระป๋องแห้ง ช่วยป้องกันการเกิดสนิมของกระป๋องได้

น้ำที่ใช้ในการทำให้เย็นจะต้องเป็นน้ำที่สะอาด เนื่องจากถ้าภาชนะบรรจุจะเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหาร ทำให้เกิดอาหารเสื่อมเสีย

บทที่ 3

วัตถุดิบและอุปกรณ์ และวิธีการในการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป ตราแม่พลอย, คนอร์ และบ้านบึง
2. น้ำกะทิ UHT ตราชาวเกาะ
3. น้ำปลา ตราทิพรส
4. น้ำตาลทราย ตรามิตรผล
5. น้ำมันถั่วเหลือง ตราอรุณ

3.2 อุปกรณ์

1. หม้อนึ่งความดัน(Autoclave)
2. เครื่องฉนีกฝากระป๋อง(Seamer)
3. เทอร์โมคอปเปิล(Thermocouple) ชนิดทองแดง-คอนสแตนตัม(Copper-Constantum)
4. เครื่อง โปเทนซิโอมิเตอร์(Potentiometer)
5. เทอร์โมมิเตอร์(Thermometer) ขนาด 0-200 °ซ ชนิดปรอท
6. เตาแก๊ส
7. กระป๋องเคลือบแลคเกอร์(Lacquer Can) เบอร์ 1 (307x113)
8. หม้อนึ่งสำหรับไถ่อากาศ (Steamer)
9. เครื่องวัดความเป็นกรดค่า(pH meter)
10. เครื่องวัดสุญญากาศ(Vacuum Gauge)
11. ถ้วยตวง
12. ช้อนตวง
13. หม้อสแตนเลส
14. ช้อนสแตนเลส
15. ทัพพี

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การศึกษาหาชนิดของน้ำพริกแกงเผ็ดที่ผู้บริโภคยอมรับต่อการผลิตน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องจากสูตรมาตรฐาน

3.3.1.1 ชนิดของน้ำพริกแกงสำเร็จรูป

- น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป ตราแม่พลอย
- น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป ตราคนอร์
- น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป ตราบ้านบึง

3.3.1.2 สูตรมาตรฐานและวิธีการเตรียม

สูตรมาตรฐาน

- น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป	1	ช้อนชา
- น้ำกะทิสำเร็จรูป UHT.	1/2	ถ้วยตวง
- น้ำปลาแท้	1	ช้อนชา
- น้ำตาลทราย	1/2	ช้อนชา
- น้ำเปล่า	1/6	ถ้วยตวง

วิธีการเตรียม

เคี้ยวกะทิให้เคี้ยว



ใส่น้ำพริกแกงเผ็ด



- เคี้ยวจนกะทิแตกตัว ประมาณ 10 นาที

เติมน้ำปลา น้ำตาลทราย



เคี้ยวต่อจนเคี้ยว

3.3.1.3 ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Paired – comparison ใช้ผู้

ทดสอบ จำนวน 12 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3.2 พัฒนาสูตรของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุง

3.3.2.1 เตรียมน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุง โดยใช้ชนิดของน้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูปและวิธีการเตรียมที่ได้จากการทดลองในข้อ 3.3.1 ซึ่งมีการดัดแปลงปริมาณของส่วนผสม ในการพัฒนาสูตร 3 ครั้ง

การพัฒนาสูตร ครั้งที่ 1

ตัวอย่างที่ 1

- น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป	1 1/2	ซ็อนชา
- น้ำกะทิสำเร็จรูป UHT.	1/3	ถ้วยตวง
- น้ำปลาแท้	1/2	ซ็อนชา
- น้ำตาลทราย	1/4	ซ็อนชา
- น้ำเปล่า	1/6	ถ้วยตวง

ตัวอย่างที่ 2

- น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป	2	ซ็อนชา
- น้ำกะทิสำเร็จรูป UHT.	1/2	ถ้วยตวง
- น้ำปลาแท้	1	ซ็อนชา
- น้ำตาลทราย	1/3	ซ็อนชา
- น้ำเปล่า	1/6	ถ้วยตวง

ตัวอย่างที่ 3

- น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป	1	ซ็อนชา
- น้ำกะทิสำเร็จรูป UHT.	1/4	ถ้วยตวง
- น้ำปลาแท้	1 1/4	ซ็อนชา
- น้ำตาลทราย	1/2	ซ็อนชา
- น้ำเปล่า	1/6	ถ้วยตวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาสูตร ครั้งที่ 2

ตัวอย่างที่ 1

- น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป	2	ช้อนชา
- น้ำกะทิสำเร็จรูป UHT.	1/2	ถ้วยตวง
- น้ำปลาแท้	2 1/2	ช้อนชา
- น้ำตาลทราย	1	ช้อนชา
- น้ำเปล่า	1/2	ถ้วยตวง

ตัวอย่างที่ 2

- น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป	2	ช้อนชา
- น้ำกะทิสำเร็จรูป UHT.	1/2	ถ้วยตวง
- น้ำปลาแท้	2 1/2	ช้อนชา
- น้ำตาลทราย	1	ช้อนชา
- น้ำเปล่า	1/2	ถ้วยตวง

การพัฒนาสูตร ครั้งที่ 3

ตัวอย่างที่ 1

- น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป	12	กรัม
- น้ำกะทิสำเร็จรูป UHT.	120	กรัม
- น้ำปลาแท้	9	กรัม
- น้ำตาลทราย	3	กรัม
- น้ำเปล่า	96	กรัม

ตัวอย่างที่ 2

- น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป	14	กรัม
- น้ำกะทิสำเร็จรูป UHT.	123	กรัม
- น้ำปลาแท้	8	กรัม
- น้ำตาลทราย	3	กรัม
- น้ำเปล่า	92	กรัม

หมายเหตุ : เนื่องจากการทดลองต้องการความละเอียดและผลที่แม่นยำมากขึ้น จึงใช้ หน่วย
ของส่วนผสมเป็นกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 การพัฒนาสูตรทั้ง 3 ครั้ง จะนำค่า S/I เฉลี่ย และ Ideal จากผู้ทดสอบของแต่ละปัจจัย และแต่ละตัวอย่างไปพลอตกราฟไฮแมงมุม

3.3.2.3 นำสูตรน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงของตัวอย่างที่มีลักษณะกราฟไฮแมงมุมใกล้เคียง Ideal ของผู้ทดสอบมาใช้ในการเตรียมน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องสำหรับการทดลองในขั้นต่อไป

3.3.3 ศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการเตรียมน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงจาก 2 วิธี ดังนี้

3.3.3.1 ให้ความร้อนก่อนการบรรจุ

เคี้ยวกะทิให้เคือด



ใส่น้ำพริกแกงเผ็ด



- เคี้ยวจนกะทิแตกตัว ประมาณ 10 นาที

เติมน้ำปลา น้ำตาลทราย



- เคี่ยวต่อจนเคือด

เติมน้ำมันถั่วเหลือง



บรรจุกระป๋อง

3.3.3.2 ไม่ให้ความร้อนก่อนการบรรจุ

ผสมน้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป, น้ำกะทิสำเร็จรูป UHT, น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำปลาแท้, น้ำตาลทราย และน้ำปลา

ให้เข้ากันตามสูตรที่เตรียมได้



บรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามทำซ้ำหรือเผยแพร่ข้อมูลใดๆไปยังผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อต่อลักษณะปรากฏของตัวอย่าง

โดยใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ 110 °ซ และ 121 °ซ ใช้เวลา 20, 25 และ 30 นาทีตามลำดับ ซึ่งบรรจุตัวอย่างในกระป๋องเบอร์ 1 ทำการทดลอง 2 ซ้ำ จากนั้นสังเกต และเปรียบเทียบลักษณะปรากฏ หลังจากการฆ่าเชื้อ

3.3.5 วิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องเก็บน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องทั้ง 6 ตัวอย่าง ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน สังเกตลักษณะกระป๋อง

- ถ้ากระป๋องมีลักษณะบวม จะไม่ใช่สภาวะนั้นในการฆ่าเชื้อ
- ถ้ากระป๋องปกติ ให้ทำการตรวจวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ดังนี้
 - 1) การตรวจวิเคราะห์ *Clostridium* spp.
 - 2) การตรวจวิเคราะห์ แพลคซาร์ ประเภทมีโซฟิลิก

(Mesophilic)

3) นำสภาวะที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ โดยใช้อุณหภูมิ และเวลาที่ทำให้ลักษณะปรากฏที่ดีที่สุด รวมทั้งปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ มาทำการทดลองต่อไป

3.3.6 ศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

นำตัวอย่างจากการศึกษาในข้อ 3.3.3 ที่มีลักษณะปรากฏที่ดีที่สุดมาทำการศึกษาคัดค้านี้

3.3.6.1 ทาดำแหน่งของ Cold point

1) ใช้เทอร์โมคอปเปิลขนาดที่เหมาะสม ที่ใช้กับกระป๋องขนาด 300 x 407 เสียบลงไปที่ตั้งกึ่งกลางกระป๋อง และ ตำแหน่งห่างจากฝากระป๋องด้านหนึ่งเป็นระยะ 1/10 ของความสูงของกระป๋อง ทั้ง 2 ด้าน ซึ่งอยู่ตามแนวแกนกลางในแนวตั้ง โดยทำเพียงกระป๋องละจุด และทำซ้ำที่จุดเดียวกัน 2 กระป๋อง

2) วางกระป๋องตัวอย่างที่มีเทอร์โมคอปเปิลเสียบอยู่ลงไปในห้องนิ่งความดันต่อจากเทอร์โมคอปเปิล เข้าเครื่องโพเทนซิโอมิเตอร์ จดอุณหภูมิเริ่มต้นของกระป๋อง (Initial temperature) ก่อนเริ่มให้ความร้อน

3) ปิดหม้อนึ่งความดัน และให้ความร้อน รอนอากาศภายในหม้อนึ่งออกจนหมดแล้วจึงปิดวาล์ว เพื่อเพิ่มความดัน จดบันทึกอุณหภูมิ ทุกๆ 1 นาที จนเมื่อหม้อนึ่งความดันมีอุณหภูมิที่ต้องการ จับเวลา 20 นาที จากนั้นทำให้เย็นทันที

4) สร้างกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปของทั้ง 3 ตำแหน่งเทียบกับเวลา

3.3.6.2 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาของการฆ่าเชื้อที่เหมาะสม

นำตัวอย่างจากข้อ 2 มาทดลองหาเวลาของการฆ่าเชื้อที่เหมาะสม โดยเสียบสายเทอร์โมคอปเปิล ให้ปลายอยู่บริเวณที่จุดที่ร้อนซ้ำที่สุดซึ่งหาได้จาก ข้อ 3.1 ใส่ลงในหม้อนึ่งความดัน บันทึกอุณหภูมิเริ่มต้น ก่อนให้ความร้อน ทำตามวิธีในข้อ 3.1 บันทึกอุณหภูมิทุกๆ 2 นาที เมื่ออุณหภูมิของหม้อนึ่งความดันถึงอุณหภูมิที่ต้องการ จึงเริ่มจับเวลาการฆ่าเชื้อ ที่ได้จากข้อ 2 เมื่อครบเวลาที่กำหนดแล้ว ทำให้เย็นทันที คำนวณหา Lethal rate โดยใช้ General หรือ Graphical method

3.3.7 การตรวจสอบคุณภาพของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง

1) ลักษณะทางกายภาพ

- น้ำหนักรวม (Total weight)
- น้ำหนักสุทธิ (Net weight)
- ช่องว่างเหนืออาหาร (Headspace)
- สุญญากาศ (Vacuum)

2) ลักษณะปรากฏ

- เนื้อสัมผัส (Texture)
- สี (Color)
- กลิ่นรส (Flavor)

3) ลักษณะทางเคมี

- พีเอช (pH)

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาหาชนิดของน้ำพริกแกงเผ็ดที่ผู้บริโภคยอมรับต่อการผลิตน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุ กระป๋อง

เมื่อทำการเตรียมน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงจากสูตรมาตรฐาน โดยใช้ชนิดของน้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูปที่แตกต่างกัน แล้วทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี Paired – comparison ใช้ผู้ทดสอบ 12 คน ให้ผู้ทดสอบบอกว่าชอบตัวอย่างใดมากกว่ากัน แล้ววิเคราะห์ผลจากตารางสำเร็จรูป ผลการทดสอบพบว่า ชนิดของน้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูปที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 คือ “น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป ตราบ้านบึง”

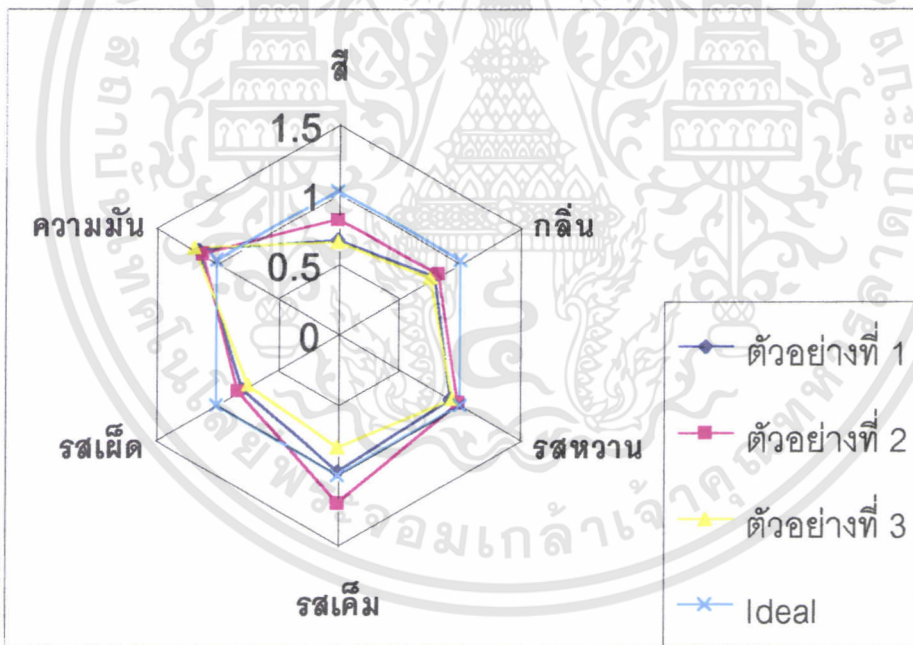
4.2 ผลการพัฒนาสูตรของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุง

จากการพัฒนาสูตรเป็นการนำน้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป ตราบ้านบึง มาศึกษาหาปริมาณของส่วนผสมที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด ใช้การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส วิธี Ratio Profile Test จากผู้ทดสอบ 20 คน โดยพิจารณา สี กลิ่น และรสชาติ จะได้ค่า S/I เฉลี่ย และ Ideal ของผู้ทดสอบ แล้วนำไปพลอตกราฟไขแมงมุม จากการพัฒนาสูตรทั้ง 3 ครั้ง ได้สูตรของตัวอย่างที่ใกล้เคียง Ideal ของผู้ทดสอบมากที่สุด โดยที่ผู้ทดสอบมีความแตกต่างกันเล็กน้อย เมื่อพิจารณาจากค่า SD ดังนี้

ตารางที่ 4.1 การพัฒนาสูตรครั้งที่ 1

สรุปค่าS/Iเฉลี่ยและค่าSD

S/I เฉลี่ย	ตัวอย่าง ที่ 1	ตัวอย่าง ที่ 2	ตัวอย่าง ที่ 3	Ideal	SD	ตัวอย่าง ที่ 1	ตัวอย่าง ที่ 2	ตัวอย่าง ที่ 3
สี	0.65	0.79	0.63	1	SD1	0.25	0.31	0.22
กลิ่น	0.78	0.82	0.75	1	SD2	0.27	0.28	0.31
รสหวาน	0.92	0.97	0.93	1	SD3	0.19	0.34	0.26
รสเค็ม	0.98	1.2	0.81	1	SD4	0.29	0.31	0.41
รสเผ็ด	0.79	0.82	0.74	1	SD5	0.32	0.38	0.29
ความมัน	1.15	1.1	1.18	1	SD6	0.35	0.31	0.28



รูปที่ 4.1 กราฟใยแมงมุมของการพัฒนาสูตรครั้งที่ 1

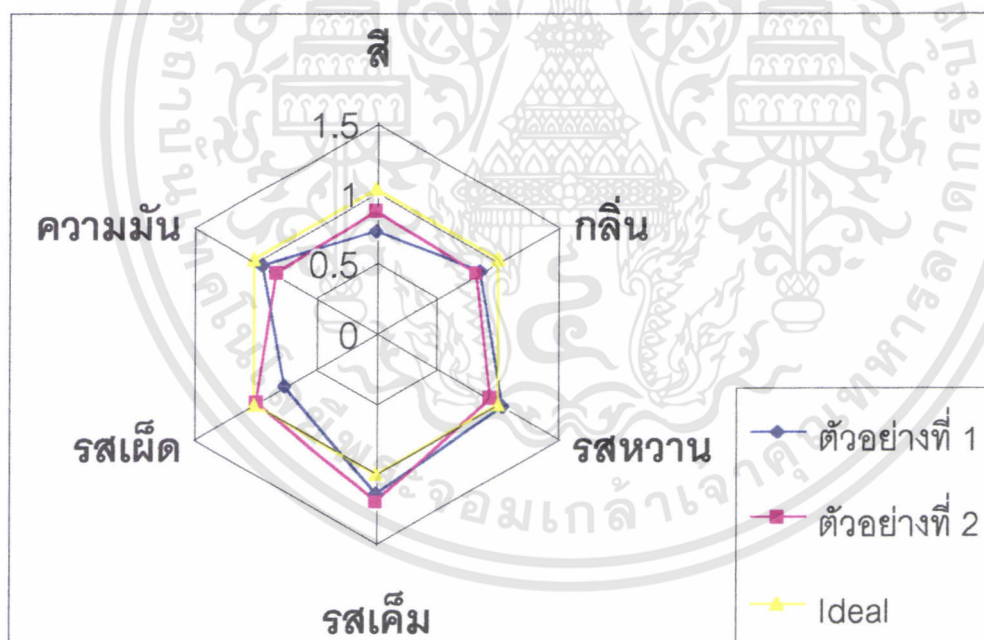
จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 จะได้ว่าตัวอย่างที่ 2 มีค่าS/I เฉลี่ยใกล้เคียง Ideal ของผู้ทดสอบมากที่สุด ดังนั้นจึงนำตัวอย่างที่ 2 มาดัดแปลงส่วนผสม และทำการพัฒนาสูตรครั้งที่ 2 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การพัฒนาสูตรครั้งที่ 2

สรุปค่าS/Iเฉลี่ย และค่าSD

S/I เฉลี่ย	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	Ideal	SD	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2
สี	0.71	0.85	1	SD	0.26	0.23
กลิ่น	0.85	0.82	1	SD2	0.23	0.25
รสหวาน	1.04	0.93	1	SD3	0.45	0.33
รสเค็ม	1.14	1.20	1	SD4	0.51	0.32
รสเผ็ด	0.75	0.97	1	SD5	0.25	0.41
ความมัน	0.94	0.82	1	SD6	0.22	0.25



รูปที่ 4.2 กราฟไอแมงมุมของการพัฒนาสูตรครั้งที่ 2

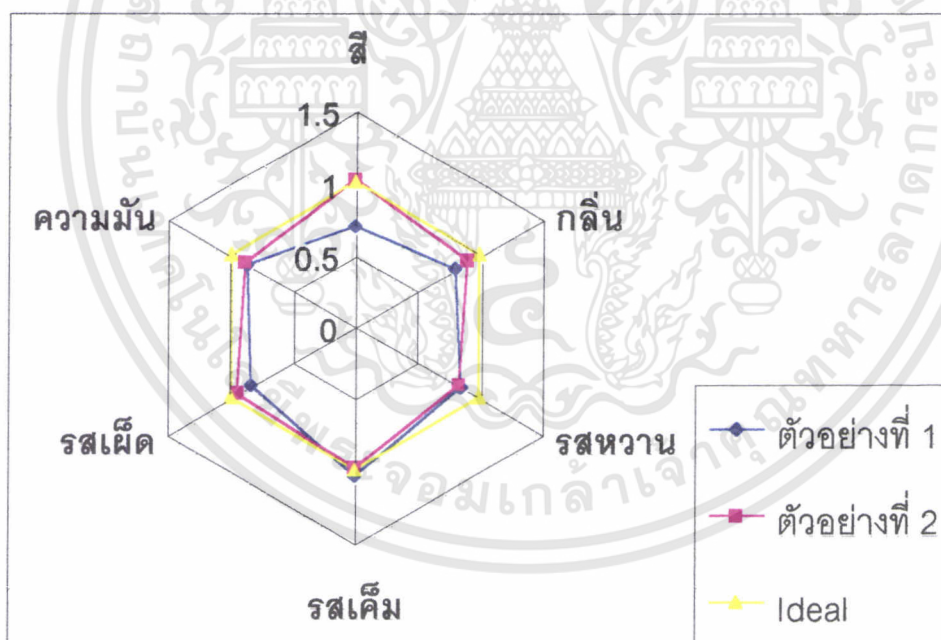
จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2 จะได้ว่าตัวอย่างที่ 2.2 มีค่าS/I เฉลี่ยใกล้เคียง Ideal ของผู้ทดสอบมากที่สุด ดังนั้นจึงนำตัวอย่างที่ 2 มาคิดแปลงส่วนผสม และทำการพัฒนาสูตรครั้งที่ 3 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การพัฒนาสูตรครั้งที่ 3

สรุปค่า S/I เฉลี่ย และค่า SD

S/I เฉลี่ย	ตัวอย่าง ที่ 1	ตัวอย่าง ที่ 2	Ideal	SD	ตัวอย่าง ที่ 1	ตัวอย่าง ที่ 2
สี	0.69	1.01	1	SD1	0.24	0.11
กลิ่น	0.80	0.90	1	SD2	0.28	0.12
รสหวาน	0.85	0.84	1	SD3	0.24	0.17
รสเค็ม	1.04	0.99	1	SD4	0.28	0.24
รสเผ็ด	0.84	0.94	1	SD5	0.28	0.20
ความมัน	0.86	0.89	1	SD6	0.21	0.17



รูปที่ 4.3 กราฟใยแมงมุมของการพัฒนาสูตรครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3 สูตรที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด แต่อาจจะไม่ใช่สูตรที่อร่อยที่สุด ได้แก่ สูตรของตัวอย่างที่ 2

- น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป	14	กรัม
- น้ำกะทิสำเร็จรูป UHT.	123	กรัม
- น้ำปลาแท้	8	กรัม
- น้ำตาลทราย	3	กรัม
- น้ำเปล่า	92	กรัม

4.3 ผลการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการเตรียมน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุง



รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบวิธีการเตรียมน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุง

พิจารณาจากรูปภาพที่ 4.4 พบว่าการให้ความร้อนก่อนการบรรจุให้ลักษณะปรากฏที่ดีกว่า ทั้งในด้าน สี และกลิ่น ดังนั้นจึงเลือกวิธีการให้ความร้อนก่อนการบรรจุ ไปใช้ในการเตรียมน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องสำหรับการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อต่อลักษณะปรากฏของตัวอย่าง



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบลักษณะปรากฏที่ใช้อุณหภูมิและเวลา ฆ่าเชื้อที่ระดับต่างๆ

พิจารณาจากรูปภาพที่ 4.5 พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่ 121 °C 20 นาที ให้ลักษณะปรากฏที่ดีที่สุด ทั้งในด้าน สี กลิ่น และลักษณะเนื้อสัมผัส

4.5 ผลการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง

เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 และ 121 °C เป็นเวลา 20 25 และ 30 นาที ตามลำดับ โดยได้ตรวจหาเชื้อ *Clostridium* spp. และแฟลคซัวร์ ประเภทมีโซฟิลิก (Mesophilic) ผลที่ได้แสดงดังในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการตรวจสอบทางจุลินทรีย์

อุณหภูมิที่เข้ามาเชื้อ(°C)	เวลาที่เข้ามาเชื้อ (นาที)	<i>Clostridium</i> spp.	แฟลตซาวร์ชนิด มีโซฟิลิก
110	20	+	+
	25	-	+
	30	-	+
121	20	-	-
	25	-	-
	30	-	-

หมายเหตุ : + หมายถึง พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์
- หมายถึง ไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

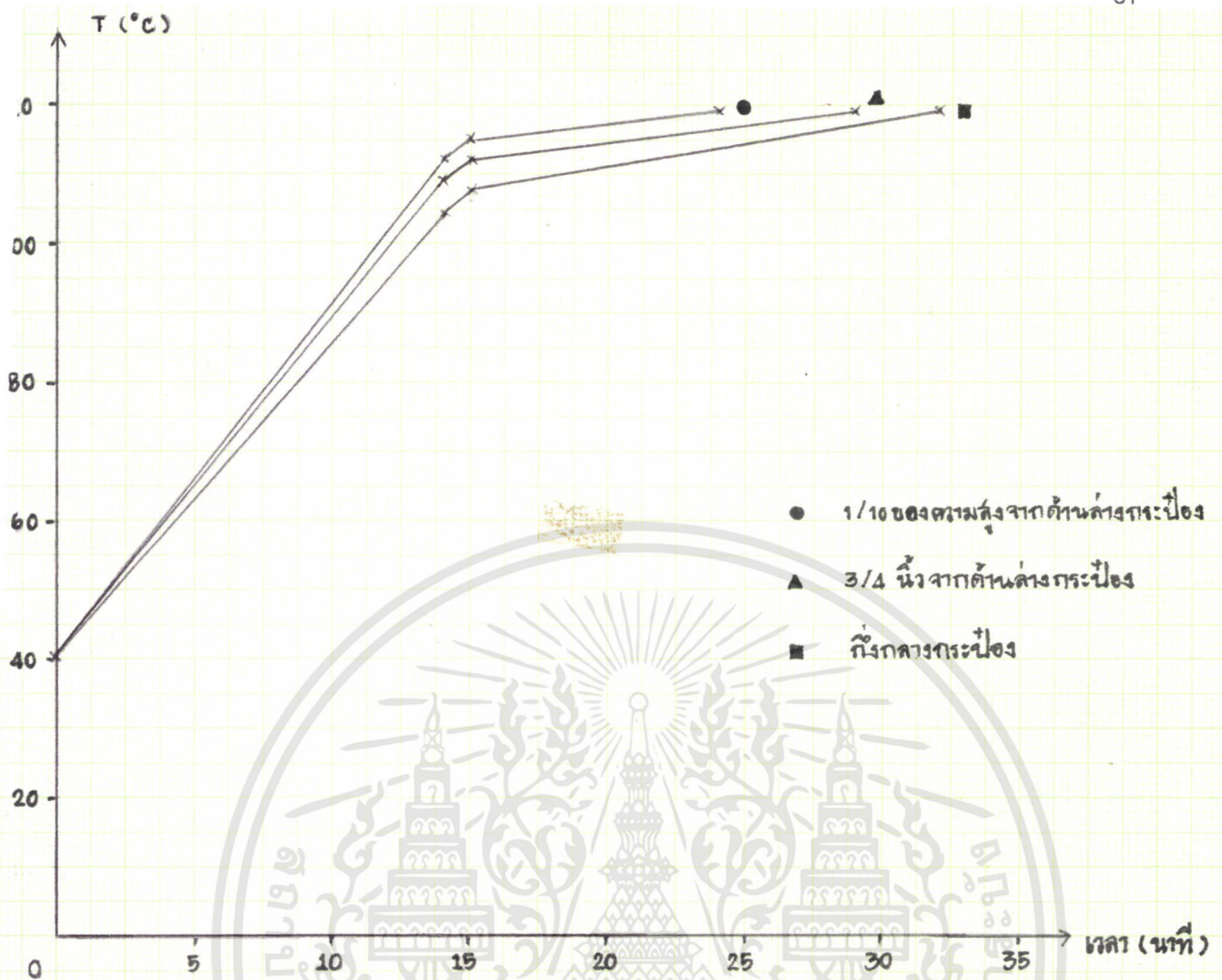
จากตารางที่ 4.4 พบว่าอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่ 121 °C เวลา 20 นาที ไม่มีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ *Clostridium* spp. และแฟลตซาวร์ ประเภทมีโซฟิลิก (Mesophilic) รวมทั้งให้ลักษณะปรากฏที่ดีที่สุด ในการทดลองครั้งนี้จึงเลือกใช้อุณหภูมิ และเวลาดังกล่าวสำหรับการทดสอบขั้นต่อไป

4.6 ผลการศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

4.6.1 ผลการหาตำแหน่งของ Cold point

น้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง ในกระป๋องขนาดเบอร์ 1 (307x113) เสียบ Thermocouple ให้ปลายอยู่ ณ ตำแหน่งต่างๆ คือ ตำแหน่งกึ่งกลางกระป๋อง (2.2 cm.จากด้านล่างของกระป๋อง) ตำแหน่ง $\frac{3}{4}$ นิ้ว จากด้านล่างของกระป๋อง และตำแหน่ง $\frac{1}{10}$ ของความสูงกระป๋องจากด้านล่างของกระป๋อง เมื่อให้ความร้อนในหม้อหนึ่งความดัน และอุณหภูมิภายในกระป๋อง ณ ตำแหน่งต่างๆ เทียบกับเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน ถูกลนำมาสร้างกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.6 พบว่าที่ตำแหน่งกึ่งกลางกระป๋อง(2.2 cm.จากด้านล่างของกระป๋อง) มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิช้าที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อให้ความร้อน ณ ตำแหน่งต่างๆ เพื่อหาจุด Cold point

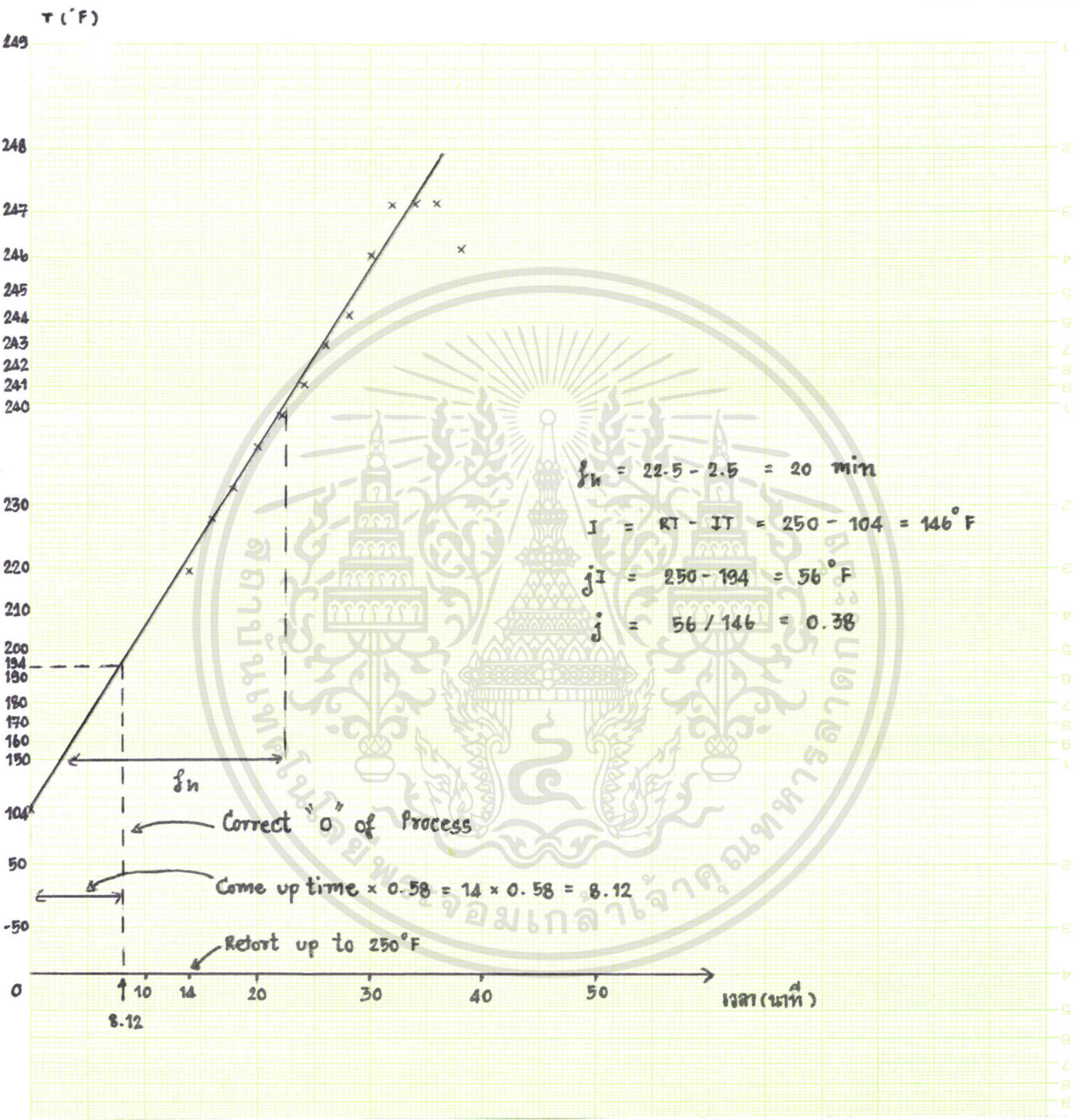
4.6.2 ผลการศึกษาระยะเวลาของการฆ่าเชื้อที่เหมาะสม (F_0)

จากการทดลองหาระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนที่เหมาะสม โดยใช้ความร้อนเมื่อหม้อน้ำความดันมีอุณหภูมิที่ $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ เวลา 20 นาที จากตารางที่ 4.5 นำไปพลอตเป็น simple heating curve ดังแสดงในรูปที่ 4.7 ได้ค่า $F_0 = 10.77$

ตารางที่ 4.5 ตารางข้อมูลที่ใช้ในการเขียน simple heating curve

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°F)
0	104.00
2	112.50
4	127.17
6	143.08
8	161.66
10	182.48
12	202.50
14	219.20
16	227.30
18	231.80
20	235.94
22	238.82
24	241.16
26	243.14
28	244.22
30	246.02
32	246.74
34	247.10
36	247.10
38	246.20
40	242.76
42	239.50
44	236.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 Simple heating curve ที่ใช้ในการคำนวณหาค่า F_0 ของน้ำแข็งเพื่อพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง

จากการตรวจสอบคุณภาพของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิหม้อนึ่งความดัน 121 °C เวลา 20 นาที โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน ผลการตรวจสอบดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการตรวจสอบคุณภาพของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง
(กระป๋องเบอร์ 1 ขนาด 307x113)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ
Head space (inch)	6/32
Vacuum (inch Hg)	3.00
Total Weight (g)	240
Net Weight (g)	202
pH	5.28
สี	ส้มอมแดง
กลิ่น	หอม
เนื้อสัมผัส	ค่อนข้างข้น มัน
กระป๋อง	ปกติ

เมื่อตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้ พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงในด้านเนื้อสัมผัสคือ มีการแตกตัวของกะทิมากขึ้น และมีกลิ่นของน้ำแกงเผ็ดอ่อนลงเล็กน้อย เนื่องจากผลอุณหภูมิที่ใช้ในขั้นตอนการผลิต

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การหากระบวนการฆ่าที่เหมาะสมของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง เริ่มตั้งแต่การศึกษาหาชนิดของน้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูปที่จะนำมาเตรียมน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุง โดยทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป ตราบ้านบึง จากนั้นจะนำน้ำพริกแกงเผ็ดที่ได้มาทำการพัฒนาสูตร 3 ครั้ง เพื่อให้ได้ลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด สูตรที่ได้ คือ

น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป	6.0 %
น้ำกะทิ	50.0 %
น้ำตาลทราย	1.2 %
น้ำปลา	3.3 %
น้ำ	38.3 %
น้ำมันถั่วเหลือง	1.2 %

เมื่อเตรียมน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องขนาด 307x113 และนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C 20 นาที ซึ่งเป็นอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมเนื่องจากไม่พบการเจริญของ *Clostridium* spp. และ Flat sour ประเภท Mesophilic พร้อมกับมีลักษณะปรากฏที่ดี จากนั้นจะศึกษาค่าตำแหน่ง Cold point และค่า F_0 ที่อุณหภูมิและเวลาดังกล่าว ผลการศึกษาได้ค่าตำแหน่ง Cold point อยู่ที่กึ่งกลางของกระป๋อง ค่า F_0 เท่ากับ 10.77 ทั้งนี้ เป็นค่า F_0 ที่เหมาะสมกับการศึกษาในครั้งนี้เท่านั้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสสำหรับการเปรียบเทียบตัวอย่าง ตั้งแต่ 3 ตัวอย่างขึ้นไปตามความแตกต่างของคุณลักษณะ คุณภาพ หรือตามความชอบโดยรวม เพื่อคัดให้เหลือ 1 ตัวอย่าง ควรใช้การทดสอบโดยวิธีจัดอันดับ (Ranking Test) ส่วนการใช้วิธี Paired comparison ทั้ง 2 ครั้งจากการทดลองหาชนิดของน้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูปที่เหมาะสมในการ

ทดลองครั้งนี้ เกิดข้อผิดพลาดไปเนื่องจากเหตุผลบางประการ แต่อย่างไรก็ดีผลของชนิดน้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูปที่ได้ มาจากผลการทดสอบที่แน่นอน และเหมาะสม

2. ก่อนการหาตำแหน่งของ Cold point และ F_0 ควรทำการ Calibration อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ Thermocouple และ Potentiometer เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง หรือมีค่าผิดพลาดน้อยที่สุด

3. ค่า F_0 ที่คำนวณได้มีความเหมาะสมกับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อลักษณะปรากฏ รวมไปถึงลักษณะของกราฟที่ได้จากการทดลอง

4. ในการพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Ratio Profile Test ควรจะทำการทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อให้สูตรของผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในระดับหนึ่ง



เอกสารอ้างอิง

- กิตติพงษ์ ห่วงรัศมี. 2535. ปฏิบัติการกระบวนการแปรรูปอาหาร 2. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: กรุงเทพฯ. 93 หน้า.
- จารีชา ทิพย์โสภา. 2535. ตำรากับข้าวปรุงอาหารคาว-หวาน. ห้างหุ้นส่วนจำกัด อำนวยศาสตร์ การพิมพ์ กรุงเทพฯ. หน้า 5-7.
- ชมพูนุท สีห์โสภณ. [ม.ป.ป.]. เอกสารประกอบการเรียนวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: กรุงเทพฯ.
- ทนง กักรัชพันธุ์. 2524. การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูป. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. 160 หน้า.
- ทิพาพร อยู่วิทยา. 2536. สารแนะนำเกี่ยวกับอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ การกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน. อาหาร 23(1): 46 – 52.
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์ว่าสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: กรุงเทพฯ. หน้า 137.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2536. น้ำพริกแกง. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 20 หน้า.
- สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย. [ม.ป.ป.]. หลักการและวิธีการควบคุมการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ. [ม.ป.ท.]. หน้า 51-78.
- Heid ,J.L. and Joslyn ,M.A.. 1967. Fundamentals of Food Processing Operation. The AVI Publ. Co. , Westport Conn. 580 pp.
- Herson ,A.C. and Hulland ,E.D.. 1964. Canned foods. 5th ed. Chemical Publ. Co. , New York. 655 pp.
- Pflug ,I.J.. 1987. Factors Important in Determination the Heat Process Value, F_T , for Low – Acid Canned Foods. J. of Food Protection. 50(6): 528 – 533.
- Stumbo ,C.R.. 1965. Thermobacteriology in Food Processing. 2 nd.. Academic Press Inc., London. 236 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การพัฒนาสูตร

หลักการ

เป็นขั้นตอนหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อปรับปรุงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการที่ผู้บริโภคต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์นั้นๆ อาศัยการทดสอบทางประสามสัมพัทธ์ วิธีการที่ใช้คือ “Ratio Profile Test” มักใช้เส้นตรงยาว 10–15 ซม. มีคำอธิบายลักษณะตอนหัวและท้ายของเส้น เช่น

1. สี

อ่อน _____ เข้ม

2. ความกรอบ

น้อย _____ มาก

3. ความหวาน

น้อย _____ มาก

ให้ผู้ทดสอบให้คะแนนตามความรู้สึกที่มีต่อลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ (ค่า S) พร้อมกับคะแนนตามความรู้สึกกับลักษณะที่ควรจะเป็น (ค่า I) แล้วหาค่า S/I จากผู้ทดสอบ ถ้าเท่ากับ 1 หรือใกล้เคียงมาก แสดงว่า ค่อนข้างตรงกับ Ideal (I)

การให้คะแนน

- ค่า S : ระดับของคะแนนตัวอย่างในความรู้สึกของผู้ชิม
ค่า S จะแบ่งเป็น S1, S2, S3,....
- ค่า I : ระดับของคะแนนที่ผู้ชิมต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์ผล

- วัดความยาวจากปลายด้านซ้ายถึงตำแหน่งของตัวอย่าง เป็นค่า S1, S2, S3,....
วัดความยาวจากปลายด้านซ้ายถึงตำแหน่งของ Ideal เป็นค่า I
- หาอัตราส่วนของ S/I ของแต่ละปัจจัยคุณภาพและแต่ละผู้ชิม

3. หาค่าเฉลี่ย S/I ของแต่ละปัจจัยคุณภาพจากจำนวนผู้ชมทั้งหมด และนำมาคำนวณหาค่า SD

การอ่านผล

1. ค่าเฉลี่ย S/I มีความหมายดังนี้
 - 1.1 ถ้าเท่ากับ 1.0 → ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง
 - 1.2 ถ้าเท่ากับ 1.0 → จำเป็นต้องเพิ่มความเข้ม
 - 1.3 ถ้าเท่ากับ 1.0 → จำเป็นต้องลดความเข้ม
2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีความหมายดังนี้
 - 2.1 ถ้าเท่ากับ 0 → ผู้ชมมีความเห็นพ้องกัน
 - 2.2 ถ้าน้อยกว่า 0.5 → ผู้ชมมีความเห็นแตกต่างกัน
 - 2.3 ถ้ามากกว่า 0.5 → ผู้ชมมีความเห็นแตกต่างกันมาก

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบสอบถามที่ใช้ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

1. วิธี Paired – comparison

ตัวอย่าง น้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง

ชื่อ-สกุล _____ อายุ _____ เพศ _____ วันที่ทดสอบ _____

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และวงกลมรอบรหัสตัวอย่างที่ชอบมากกว่า กรุณา
 เว้นปากระหว่างชิมตัวอย่าง

รหัสตัวอย่าง

862

245

ข้อเสนอแนะ

2. วิธี Ratio Profile Test

ตัวอย่าง น้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง

ชื่อ-สกุล _____ อายุ _____ เพศ _____ วันที่ทดสอบ _____

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา โดยทดสอบสี กลิ่น และรสชาติ แล้วทำเครื่องหมายลงบนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกที่กำหนดไว้ในแต่ละลักษณะ พร้อมบอก Ideal ให้ตรงกับความรู้สึกที่ต้องการ

รหัสตัวอย่าง	582	408	298	
1. สี				
อ่อน _____				มาก
2. กลิ่น (หอม)				
น้อย _____				มาก
3. รสเผ็ด				
น้อย _____				มาก
4. รสหวาน				
น้อย _____				มาก
5. รสเค็ม				
น้อย _____				มาก
6. ความมัน (รู้สึกในปาก)				
น้อย _____				มาก

ข้อเสนอแนะ _____

ภาคผนวก ก

ตารางสำเร็จรูปสำหรับวิธี Paired-comparison

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงจำนวนค่าต่ำสุดของผู้ทดสอบที่จะต้องเลือกตัวอย่างที่มีคุณลักษณะที่ต้องการทราบได้ถูกต้องโดยวิธีการเปรียบเทียบทีละตัวอย่างคู่

จำนวน ผู้ตัดสิน	ความชอบ			ความแตกต่าง		
	ระดับความน่าจะเป็น			ระดับความน่าจะเป็น		
	5%	1%	0.1%	5%	1%	0.1%
5	....	....	....	5	....	....
6	....	....	....	6	....	....
7	7	....	....	7	7	....
8	8	8	....	7	8	..
9	8	9	....	8	9	....
10	9	10	....	9	10	10
11	10	11	11	9	10	11
12	10	11	12	10	11	12
13	11	12	13	10	12	13
14	12	13	14	11	12	13
15	12	13	14	12	13	14
16	13	14	15	12	14	15
17	13	15	16	13	14	16
18	14	15	17	13	15	16
19	15	16	17	14	15	17
20	15	17	18	15	16	18
21	16	17	19	15	17	18
22	17	18	19	16	17	19
23	17	19	20	16	18	20
24	18	19	21	17	19	20
25	18	20	21	18	19	21
26	19	20	22	18	20	22
27	20	21	23	19	20	22
28	20	22	23	19	21	23
29	21	22	24	20	22	24
30	21	23	25	20	22	24
31	22	24	25	21	23	25
32	23	24	26	22	24	26
33	23	25	27	22	24	26
34	24	25	27	23	25	27
35	24	26	28	23	25	27
36	25	27	29	24	26	28
37	25	27	29	24	27	29
38	26	28	30	25	27	29
39	27	28	31	26	28	30
40	27	29	31	26	28	31
41	28	30	32	27	29	31
42	28	30	32	27	29	32
43	29	31	33	28	30	32
44	29	31	34	28	31	33
45	30	32	34	29	31	34
46	31	33	35	30	32	34
47	31	33	36	30	32	35
48	32	34	36	31	33	36

ที่มา : ชมพูนุท (2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

วิธีการตรวจวิเคราะห์ตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง

1. การตรวจวิเคราะห์ *Clostridium* spp.

- 1.1 เตรียมอาหารเจือจาง 1:10 โดยใช้อาหาร 1 ml ต่อ สารละลายเจือจาง (dilute) 10 ml
- 1.2 ปิ่เปิดสารละลาย 1 ml ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อคูกมีทมีเดียม (Cook Meat Medium) ทำ 3 ซ้ำ
- 1.3 เติมวุ้น 2 % เททับบนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อ
- 1.4 นำหลอดทดลอง บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 2-3 วัน ถ้ามีเชื้อ *Clostridium* spp. จะมีก๊าซเกิดขึ้น และดันวุ้น

2. การตรวจวิเคราะห์แฟลตซาวร์ ประเภท มีโซฟิลิก (Mesophilic)

- 2.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเจือจาง 1:10 โดยใช้อาหาร 1 ml ต่อ สารละลายเจือจาง (diluent) 10 ml
- 2.2 ปิ่เปิดสารละลาย 1 ml ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เดกซ์โทรสทริปโตน บรอมครีซอล เพอร์เพิลบรอต (Dextrose Tryptone Bromcresol Purple Broth) ทำ 3 ซ้ำ
- 2.3 นำหลอดทดลอง บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ้ามีเชื้อพวก แฟลตซาวร์ จะทำให้เกิดกรดขึ้น ซึ่งจะเปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อจากสีม่วงเป็นสีเหลือง

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. คูกมีทมีเดียม (Cook Meat Medium)

- 1.1 อาหารสำเร็จรูปคูกมีทมีเดียม
- 1.2 น้ำกลั่น

ชั่งอาหารสำเร็จรูปคูกมีทมีเดียม 1.25 กรัม ใส่หลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น หลอดละ 10 ml ต้มไต่อากาศ 10 นาที ปิดฝา นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันที่ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

2. เดกซ์โทรสทริปโตนบรอมครีซอลเพอร์เพิลบรอต (Dextrose Tryptone Bromcresol Purple Broth)

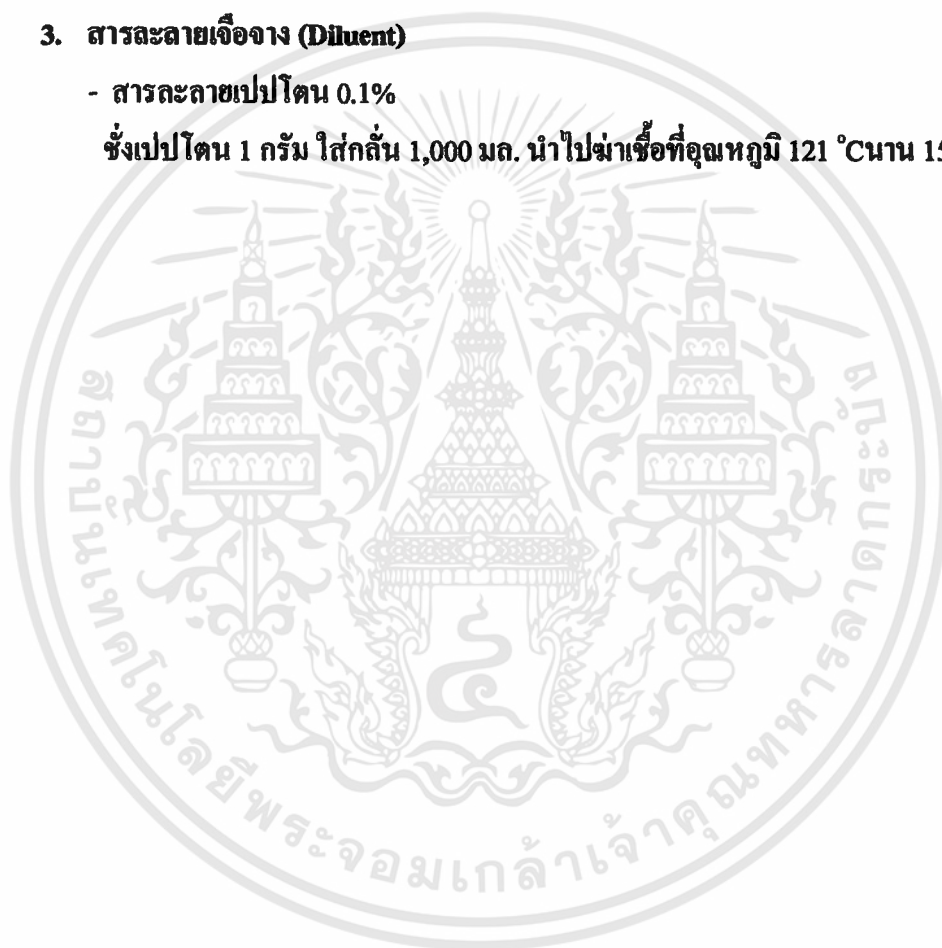
2.1 ทริปโตน (Tryptone)	10	กรัม
2.2 เดกซ์โตรส (Dextrose)	5	กรัม
2.3 บรอมครีซอลเพอร์เพิล (Bromocresol Purple)	0.04	กรัม
2.4 น้ำกลั่น	1,000	มล.

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น คนให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลอง หลอดละประมาณ 10 มล. ปิดฝา นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C นาน 15 นาที

3. สารละลายเจือจาง (Diluent)

- สารละลายเปปโติน 0.1%

ชั่งเปปโติน 1 กรัม ใส่ในน้ำกลั่น 1,000 มล. นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C นาน 15 นาที



ภาคผนวก จ

การอธิบาย simple heating curve

Simple heating curve ที่พลอตได้ สามารถหาค่าเหล่านี้ได้

- 1) tn คือ เวลาที่ต้องการสำหรับส่วนที่เป็นเส้นตรงของ heating curve เปลี่ยนไป 1 log cycle หรือ 90%
- 2) IT คือ pseudo-initial temperature คือจุดตัดของส่วนที่เป็นเส้นตรง กับแกนอุณหภูมิที่เวลา corrected zero
- 3) J heating lag factor เป็น lag time ก่อนที่ผลต่างของ $(RT-CT)$ จะเป็นเส้นตรงซึ่งคำนวณได้จาก

$$JI = RT - IT$$
- 4) CZ (corrected zero) คือ เวลาที่เริ่มต้น process ที่แก้ไขแล้ว จะคิดจาก 58% ของ come-up time (CUT) (บางท่านอาจใช้เป็น 60%)
- 5) I คือ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของ retort กับอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารกระป๋องก่อนเปิดไอน้ำ เท่ากับ $RT - IT$
- 6) g เป็นจำนวนองศาฟาเรนไฮต์ของกระป๋องที่ต่ำกว่า RT ณ จุดที่สิ้นสุดการให้ความร้อน

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

การคำนวณค่า F_0

คำนวณจากสมการ

$$F_0 = \frac{f_h}{(f_h/U)F_1}$$

โดยค่า F_1 และ f_h/U มาจากตารางผนวกที่ 2 และ 3

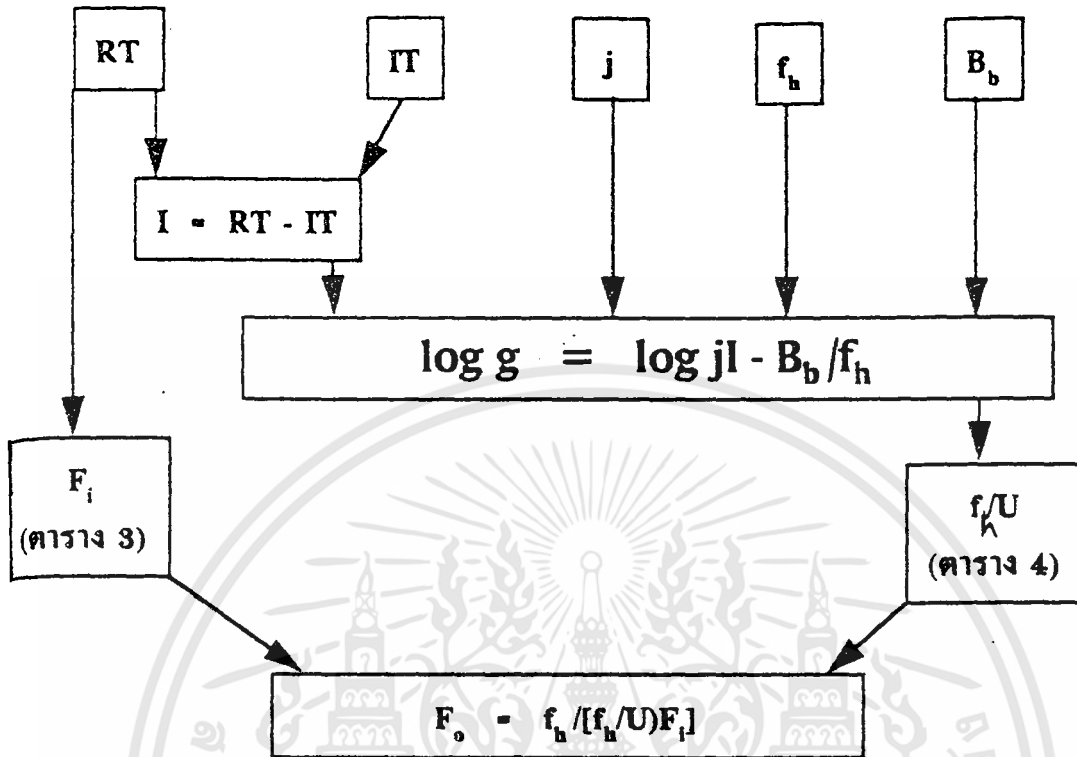
การคำนวณค่า Process time (B_B)

คำนวณจากสมการ

$$B_B = f_h (\log JI - \log g)$$

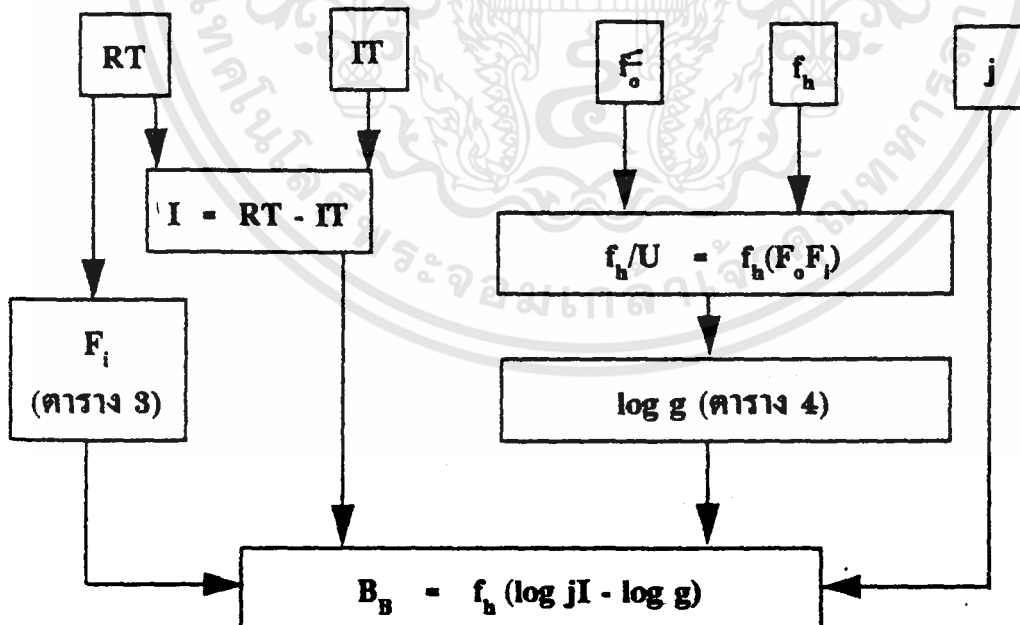
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวกที่ 4 Flow chart การคำนวณ ค่า F_0 ของ Simple heating curve



ที่มา : สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย

รูปภาคผนวกที่ 5 Flow chart การคำนวณ Process time ของ Simple heating curve



ที่มา : สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย

ตัวอย่างการคำนวณใน simple heating curve

ในการทดลองเก็บข้อมูลทาง heat penetration ของอาหารในกระป๋องขนาด 307x113 อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเท่ากับ 104 °F CUT เท่ากับ 14 นาที Process time = 30 นาที และมี heating curve ดังรูปที่ ให้คำนวณหา F_0 .

วิธีทำ

1. $J = 0.38$
2. $f_h = 20$
3. $B_B = 30$
4. $RT = 250$
5. $IT = 104$
6. $I = 250 - 104 = 146$
7. $jI = 56$
8. $\log(jI) = 1.75$
9. $B_B/f_h = 1.5$
10. $\log g = \log(jI) - B_B/f_h = 0.25$
11. f_h/U (see Table) = 1.857
12. $F_i = 1.0$
13. $F_0 = f_h/(f_h/U)F_i = 10.77$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ตารางที่ใช้สำหรับการคำนวณค่า F_0 ตารางภาคผนวกที่ 2 F_i values for various retort temperatures ($^{\circ}\text{F}$)

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 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 fh/U for given LOG g (log g in hundredths)

LOG g	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-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
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	4.474	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	13.601	14.213	14.865	15.560	16.299	17.088	17.929
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

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ) fh/U for given LOG g (log g in hundredths)

-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	0.398	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
-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

ที่มา : สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย

ภาคผนวก ข

ตารางผนวกที่ 4 ค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิดที่ใช้กันทั่วไป

ค่าผลิตภัณฑ์อาหาร	ขนาดกระป๋อง	ค่า F_0
1. อาหารเค็ล	202x308	3-5
2. ถั่วในซอสมะเขือเทศ	ทุกขนาด	4-6
3. ถั่วลันเตาในน้ำเกลือ	307x409 หรือเล็กกว่า	6
	307x409 ถึง 603x700	6-8
4. แครอท	ทุกขนาด	3-4
5. ถั่วแขกในน้ำเกลือ	307x409 หรือเล็กกว่า	4-6
6. เห็ดในน้ำเกลือ	300x410	8-10
7. เนื้อในน้ำเกรวี่	ทุกขนาด	12-15
8. ไข่กรอกในน้ำมัน	300x410 หรือเล็กกว่า	4-6
9. ไข่กรอกในเกลือ	300x410 หรือเล็กกว่า	3-4
10. แกลงเนื้อใส่ผัก	300x410 หรือเล็กกว่า	8-12
11. ไก่ทั้งชิ้นในน้ำเกลือ	401x411 ถึง 603x700	15-18
12. ปลาในซอสมะเขือเทศ	300x410 และเล็กกว่า	10
13. ชูปมะเขือเทศ	ทุกขนาด	3
14. อาหารสัตว์เลี้ยง	300x410	15-18
15. ชูปข้าวโพด	307x409	5-6
16. หน่อไม้ฝรั่ง	ทุกขนาด	2-4
17. ข้าวโพดอ่อนในน้ำเกลือ	307x409	9

ที่มา : ไพบูลย์ (2532)

ภาคผนวก ข



รูปภาคผนวกที่ 6 น้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋องประกอบเป็นแกงเผ็ดลูกชิ้นปลาทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้