สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

FERMENTED TAI PLA CURRY CANNING PRODUCTION DEVELOPMENT

โดย

นายวิศณุ สอนทอง

ศส.
ว751ก
2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 49818
วัน,เดือน,ปี 31 ส.ค. 2547

.b.....
.i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b11304532

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2545

ชื่อเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์แกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

Fermented Tai Pla Curry Canning Production Development

ชื่อ - สกุล นายวิศณุ สอนทอง

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตนา บุนนาค

บทคัดย่อ

ศึกษาทดลองและพัฒนาแกงไตปลาบรรจุกระป๋องโดยการใช้กระบวนการผลิต 3 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการที่ 1 คือ การนำส่วนผสมทั้งหมด ได้แก่ เครื่องแกงไตปลา เนื้อปลา ผัก มาผสมรวมกัน นำมาบรรจุกระป๋อง กระบวนการที่ 2 คือ การเคี่ยวเครื่องแกงไตปลานาน 5 นาที ลวกผักนาน 5 นาที นำมาบรรจุกระป๋อง กระบวนการที่ 3 คือ การเคี่ยวเครื่องแกงไตปลานาน 10 นาที ลวกผักนาน 10 นาที นำมาบรรจุกระป๋อง เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง และได้ทำการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง รวมถึงการประเมินต้นทุนการผลิตต่อหน่วยเพื่อเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ในการลงทุน และเป็นการเพิ่มมูลค่าแกงไตปลา

กระบวนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋องดังกล่าว ในกระบวนการผลิตได้ทำการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 117 °C เวลา 75 นาที ความดัน 15 ปอนด์ / ตารางนิ้ว จากนั้นทำให้เย็นทันที ด้วยน้ำไหลผ่าน ให้อุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 40 - 45 °C แล้วเป่าลมเย็น นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อ (incubator) ที่อุณหภูมิ 55 °C เวลา 14 วัน และวางไว้ที่สภาพบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิห้อง ไม่ให้ถูกแสงแดด นำมาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี

จากการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ผลปรากฏว่า แกงไตปลาบรรจุกระป๋องมีคุณภาพดี ไม่มีลักษณะบวมเกิดขึ้น ฝากระป๋องโค้งเว้าเข้าด้านในเล็กน้อย ค่าความเป็นสุญญากาศ มีค่าอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่าง 13 - 14 นิ้วปรอท และค่าช่องว่างเหนืออาหาร มีค่าอยู่ระหว่าง 4/32 - 6/32 นิ้ว การตรวจสอบทางด้านเคมี ผลปรากฏว่า มีค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) อยู่ประมาณ 6 และค่าความเป็นกรด เมื่อเทียบกับกรดอะซิติก (% acetic acid) อยู่ระหว่าง 0.288 - 0.408 แสดงว่าแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง ปลอดจากจุลินทรีย์ที่สร้างกรดได้

การตรวจสอบคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 5 - point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) ผลปรากฏว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสีลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตโดยกระบวนการที่ 1 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p > 0.05$) แต่กระบวนการที่ 2 มีความแตกต่างจากกระบวนการที่ 1 และ 3 ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$) ผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่ให้การยอมรับแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตที่ 2 มากที่สุด รองลงมา คือ กระบวนการที่ 1 และ 3 ตามลำดับ

การประเมินต้นทุนการผลิตต่อหน่วย (บาท / กระป๋อง) ผลปรากฏว่า ต้นทุนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋องมีราคาต่อหน่วย คือ 18.50 บาท ทั้งนี้ไม่รวมค่าใช้จ่ายต้นทุนคงที่

การศึกษาปัญหาพิเศษเรื่องนี้ พบว่า ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรม คือ กระบวนการผลิตแกงไตปลาจากกระบวนการที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงลงไปได้ด้วยดีผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตนา บุนนาค ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ได้ให้คำปรึกษาเรื่องต่างๆ ข้อแนะนำ หรือข้อบกพร่องในการทำปัญหาพิเศษ เป็นอย่างดี ขอขอบคุณ คุณธีรศักดิ์ แก้วพะวงศ์ ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ควบคุมดูแลเครื่องมือ อุปกรณ์การผลิตอาหารกระป๋อง ของสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร เพื่อนๆ และน้องๆ นักศึกษาที่ช่วยในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง และผู้ทดสอบชิมทุกท่าน ตลอดจนคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาครุศาสตร์เกษตรทุกท่าน

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นชิ้นงานที่เกิดขึ้นจากความตั้งใจของผู้จัดทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ที่คิดค้นขึ้นมาจากวิชาเรียนที่ได้ศึกษามา ดังนั้นผู้จัดทำหวังว่าปัญหาพิเศษฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่นักศึกษาหรือผู้ที่สนใจในด้านสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วิศณุ สอนทอง

มีนาคม 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ไตปลา	3
2.2 กระบวนการผลิตอาหารกระป๋อง	9
2.3 การตรวจสอบอาหารกระป๋อง	36
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	39
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	39
3.2 วิธีการ	41
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	47
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	47
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	48
4.1 ศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง	48
4.2 ตรวจสอบคุณภาพแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง	49
4.3 การประเมินต้นทุนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง	55
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	57
5.1 สรุปผลการทดลอง	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 59

บรรณานุกรม..... 60

ภาคผนวก..... 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าโภชนาการของเนื้อปลา	8
2	ความเป็นกรด – เบส ของอาหารบางชนิด	18
3	ค่า F_0 ในผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด	22
4	ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง	50
5	ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง	52
6	ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง	53
7	ต้นทุนการผลิตโดยประมาณของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง (บาท / กระป๋อง)	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะการนำและการพาความร้อนในอาหารกระป๋อง	19
2	การถ่ายเทความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ	20
3	การวัดจุดที่เย็นที่สุดในอาหารกระป๋องที่บรรจุอาหารแข็งและอาหารเหลว	21
4	แผนภูมิแสดงลักษณะการเสียของอาหารกระป๋อง	28
5	วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง	42
6	ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง	43
7	ขั้นตอนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋องสำเร็จรูป	44
8	ขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง	45
9	ลักษณะภายนอกของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ได้จากกระบวนการผลิต	49
10	การวัดค่าความเป็นสุญญากาศของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องด้วย vacuum gauge	51
11	ลักษณะภายในของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง	52
12	การเตรียมตัวอย่างแกงไตปลาเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

"ไตปลา" ทำมาจากไส้ของปลาทูสดเอาไปหมักดองกับเกลือให้เค็ม จัดทำนองเดียวกับปลาร้าของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยหากแต่ว่า "ไตปลา" นั้นไม่ได้ใส่ข้าวคั่วเหมือนกับปลาร้า ซึ่งไตปลาสามารถนำมาทำแกงไตปลาซึ่งจะมีรสจัดต้องรับประทานร่วมกับผักหลายชนิดควบคู่กันไปด้วย แกงไตปลาหรือแกงพุงปลาเป็นอาหารที่นิยมและเป็นสัญญลักษณ์อย่างหนึ่งของประชาชนที่อาศัยอยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งคนไทยภาคกลางจะเรียก แกงไตปลา ส่วนคนใต้จะเรียก แกงพุงปลาหรือแกงขี้ปลา หรือ เรียกว่าแกงน้ำเคยในบางท้องถิ่น
(กระยาทิพย์ เรือนใจ, มปท. : 56)

ไตปลามักทำจากไส้ปลาทะเล เช่น ปลาทู วิธีการทำปลาหมักใส่ปลากับเกลือในอัตราส่วน ปลา : เกลือ 5 : 1 โดยน้ำหนัก ใส่ภาชนะบรรจุปิดฝาทิ้งไว้ 6-8 เดือน ถ้าต้องการรับประทานให้เร็วขึ้นก็อาจใช้เวลาน้อยลง คือใช้อัตราส่วน ปลา : เกลือ 5 : 1 หมักทิ้งไว้ประมาณ 3 - 4 สัปดาห์ จากการสำรวจของสถาบันวิจัยแห่งชาติพบว่าในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือนำไส้ปลาน้ำจืดมาหมักเป็นไตปลาเช่นเดียวกัน ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างไตปลา 310 ตัวอย่างจากทั่วประเทศ พบว่ามี pH อยู่ระหว่าง 5.1 – 6.7 ปริมาณกรดแลกติก 1.0 – 23 % โปรตีน 1.5 – 3.9 % ไขมัน 3.1 – 8.4 % ปริมาณจุลินทรีย์ $5.4 \times 10^5 - 3.7 \times 10^7$ CFU / กรัม (นงนุช รักสกุลไทย, 2538. : 92)

แกง หมายถึง วิธีการผสมอาหารหลายๆ สิ่งรวมกับน้ำแยกเป็นแกงเผ็ดกับแกงจืดโดยมากต้องรับประทานร้อนๆ จึงจะอร่อย ใส่น้ำมากกว่าเนื้อแกงเผ็ด น้ำประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของเนื้อ เช่น แกงคั่ว แกงส้ม และแกงเผ็ด (ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง, 2538 : 15)

จากการที่แกงไตปลาเป็นที่นิยมรับประทานของประชาชนทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งประชาชนทางภาคใต้ของไทย แต่แกงไตปลาไม่สามารถเก็บได้เป็นระยะเวลานานและเพื่อที่จะให้แกงไตปลาเป็นที่นิยมแพร่หลายไปทุกท้องถิ่นของประเทศไทย เพื่อความสะดวกในการรับประทานของผู้บริโภคที่ไม่มีเวลาประกอบอาหารชนิดนี้ ดังนั้นปัญหาพิเศษเรื่องนี้จึงได้ทำการทดลองศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนาแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง และการยอมรับของผู้บริโภคต่อแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนและพัฒนาการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง
3. เพื่อศึกษาและตรวจสอบคุณภาพแกงไตปลาบรรจุกระป๋องภายหลังการผลิต

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อแกงไตปลาบรรจุกระป๋องทางด้าน สี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธี hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 10 คน และตรวจสอบคุณภาพแกงไตปลาบรรจุกระป๋องหลังจากการผลิต สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่เพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร
2. เพิ่มมูลค่าของแกงไตปลาให้มากขึ้น
3. ได้แกงไตปลาบรรจุกระป๋องซึ่งสะดวกสบายในการเตรียมอาหารประเภทแกงบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไตปลา

2.1.1 ความหมายของไตปลา

ไตปลามักทำจากไส้ปลาทะเล เช่น ปลาทู วิธีการทำหมักไส้ปลากับเกลือในอัตราส่วน ปลา : เกลือ 5 : 1 โดยน้ำหนัก ใส่ในภาชนะบรรจุปิดฝาทิ้งไว้ 6 – 8 เดือน บางท้องที่จะใช้รับประทานจึงใช้เวลาน้อยลง คือใช้อัตราส่วน ปลา : เกลือ 5 : 1 หมักทิ้งไว้ประมาณ 3 – 4 สัปดาห์ อาจใช้ดินประสิวเล็กน้อยเพื่อให้มีสีแดง (นงนุช รักสกุลไทย, 2538. : 92)

ซึ่งวิธีการหมักไตปลา หรือพุงปลาโดยการนำพุงปลาทูมารีดเอาไส้ในออก ล้างพุงปลาให้สะอาดแล้วใส่เกลือหมักไว้ประมาณ 1 เดือนขึ้นไปหลังจากนั้นจึงนำมาปรุงอาหารได้ แกงไตปลามีรสจัด จึงต้องรับประทานร่วมกับผักหลาย ๆ ชนิดควบคู่กันไป เพื่อลดความเผ็ดร้อนลงซึ่งคนภาคใต้เรียกว่า ผักเหนาะ ผักเหนาะของภาคใต้มีหลายอย่าง เช่นสะตอ ลูกเหนียง ยอดมะม่วงหิมพานต์ ผักบางอย่างก็เป็นผักชนิดเดียวกับภาคกลาง เช่น ถั่วพู ถั่วฝักยาว มะเขือเปราะ แตงกวา หน่อไม้ ยอดมะม่วงอ่อน ยอดกระถิน กะหล่ำปลี เป็นต้น (ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง, 2538 : 17)

อาหารประเภทแกง หมายถึง วิธีการผสมอาหารหลายๆ สิ่งรวมกับน้ำ แยกเป็นแกงเผ็ดกับแกงจืด แกงเผ็ดสามารถแยกออกได้อีกหลายชนิด

- แกงส้ม เป็นแกงที่มีรสเปรี้ยว เค็ม หวานนิดหน่อย ใช้ผักที่มีตามท้องถิ่นนั้นๆ ผักที่นิยมใช้แกงส้ม เช่น ผักบุ้ง ผักกระเฉด ดอกแค ส่วนเนื้อที่นำมาใช้กับแกงส้ม มีปลา กุ้งน้ำจืดและกุ้งน้ำเค็ม แกงส้มเป็นแกงที่ปรุงรสสามรส น้ำแกงที่ให้รสชาติอร่อยพอดีทั้งสามรสจะทำได้ยากกว่าแกงชนิดอื่นไม่เปรี้ยวจนเกินไป หรือเค็มขึ้นหน้า หรือมีรสหวานนำควรปรุงให้กลมกล่อมทั้งสามรส

- แกงคั่ว เป็นแกงที่ใช้เนื้อสัตว์ประเภท ปลาย่าง ปลากรอบ หรือกุ้งแห้ง อย่างใดอย่างหนึ่งโขลกผสมกับเครื่องแกง เพื่อทำให้น้ำแกงข้นมีกลิ่นหอมชวนน่ารับประทาน แกงคั่วจะไม่ใส่เครื่องเทศจะทำให้มีกลิ่นฉุน ผักที่นิยมใส่แกงคั่ว เช่น ผักบุ้ง สับปะรด เห็ด แกงคั่วจะใช้ผักเป็นหลัก ส่วนเนื้อเป็นส่วนประกอบ รสชาติของแกงคั่วทั่วๆ ไปมีสามรส คือ เปรี้ยว หวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เค็ม แต่แกงคั่วบางชนิดจะมีสองรส คือ เค็มกับหวาน แกงคั่วเห็ด หรือแกงที่มีลักษณะคล้ายแกงคั่วแต่มีรสชาติออกเค็มอย่างเดียว เช่น แกงขี้เหล็กแกงป่าชนิดต่างๆ

- แกงเผ็ด เป็นแกงที่ต้องใช้เนื้อสัตว์ปรุงเป็นหลัก มีผักเป็นส่วนประกอบเนื้อสัตว์ที่นิยมได้แก่ เนื้อ หมู ปลา ผักจะใช้ มะเขืออ่อน มะเขือพวง (ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง, 2538 : 15)

2.1.2 เครื่องเทศหรือวัตถุดิบของแกงไตปลา

เครื่องเทศ คือ ชิ้นส่วนต่างๆ ของพืชที่มนุษย์นำมาใช้เป็นเครื่องปรุงรสอาหารหรือใช้เป็นเครื่องหอมเนื่องจากมีกลิ่นเฉพาะตัว เช่น ตะไคร้ กระชาย สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นกลิ่นหอมของเครื่องเทศ อยู่ในยางของเครื่องเทศ (resins) และยังมีสารอื่นๆ เช่น แป้ง น้ำตาล แร่ธาตุ และวิตามินบางชนิด ลักษณะของเครื่องเทศมีความหอมหรือรสเผ็ดร้อนมีฤทธิ์กระตุ้นการหลั่งน้ำลายและน้ำย่อยทำให้ผู้บริโภคเจริญอาหารได้

ประโยชน์ของเครื่องเทศ

1. สามารถใช้เป็นสารกันหืน โดยการหยุดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นด้วยสารประกอบโพลีฟีนอลที่มีอยู่ในเครื่องเทศเล็กน้อย โดยที่สารชนิดนี้จะต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายหรือปัญหาทางด้านสุขภาพ

2. เพิ่มสีสัน โดยจากเครื่องเทศเป็นสีธรรมชาติ ไม่เป็นอันตรายกับผู้บริโภค เช่น ได้สีเหลืองจากขมิ้น สีแดงจากพริก

3. เพิ่มกลิ่น รสชาติของอาหารให้น่ารับประทาน ส่วนใหญ่เป็นรสเผ็ดร้อนจากเครื่องเทศจำพวกพริก

4. ใช้ดับกลิ่นคาวจากอาหาร ใช้เครื่องเทศจำพวกข่าและตะไคร้

5. ถนอมอาหารโดยที่ใช้น้ำมันหอมระเหย มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

ชนิดของเครื่องเทศที่ใช้ในส่วนผสมของการทำแกงไตปลา

1) พริกขี้หนู

มีชื่อเรียกกันแต่ละภาคแตกต่างกันออกไป เช่น พริกแด้ พริกแต้ พริกนก พริกแฉว พริกน้ำเมี่ยง (ภาคเหนือ - พายัพ) พริกชี้ฟ้า พริกขี้หนู (ภาคกลาง – เหนือ) ดีปลี (ใต้ – ปัตตานี) ดีปลีขี้นก (ภาคใต้) หมักเผ็ด (อีสาน) สรรพคุณของพริกขี้หนู คือ ใช้ปรุงรสอาหาร ช่วยเจริญอาหาร และรักษาอาการอาเจียนรักษาโรคหิด กลาก โรคบิด

ข้อมูลทางเภสัชวิทยา สารสกัดจากพริกทำให้หลอดเลือดและการไหลเวียนของเลือดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ต่อระบบทางเดินอาหาร แคปซายซินทำให้เจริญอาหารและรับประทานอาหารได้มากขึ้นพริกสามารถช่วยกระตุ้นทำให้การเคลื่อนไหวของกระเพาะอาหารเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และน้ำสกัดที่ได้จากพริกจะช่วยลดการบีบตัวของลำไส้ส่วนปลายที่เกิดจากอะโครลีนและฮีสตามีนได้ พริกสามารถมีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ แคปซายซินจะมีผลยับยั้งเชื้อ *Bacillus aureus, Bacillus subtilis*

พริกที่ใช้ในการทำแกงไตปลามีหลายชนิดด้วยกัน เช่น พริกแห้งเม็ดใหญ่สีจะแดงเมื่อนำมาประกอบอาหารจะให้สีสวยแต่มีรสเผ็ดน้อย พริกแห้งเม็ดเล็กลงมาส่วนมากทำมาจากพริกขี้หนูจึงมีรสเผ็ดจัด ให้สีไม่ค่อยแดงนัก และพริกกะเหรี่ยง ลักษณะเม็ดเล็ก ก้านเล็ก มีรสเผ็ดหอม ในการทำแกงไตปลาควรใช้พริกขี้หนูเนื่องจากแกงไตปลาต้องการรสชาติที่เผ็ดร้อน แต่ทั้งนี้แล้วแต่ความชอบของแต่ละบุคคลด้วย การเลือกพริกแห้งควรเลือกที่แห้งสนิท ไม่มีแมลงแทะพริกไม่เก่าจนมีกลิ่นเหม็นอับ และมีสีแดงสวยคงเดิม ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

2) พริกไทย

พริกไทยใช้เป็นเครื่องเทศ และยังใช้แต่งกลิ่นรสอาหารมาช้านานทำให้อาหารมีรสชวนน่ารับประทาน และพริกไทยยังมีส่วนช่วยถนอมอาหารที่ใช้พริกไทยปรุงเก็บไว้ได้นานกว่าปกติ พริกไทยมีกลิ่นหอมนั้นเนื่องจากมีน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) อยู่ในพริกไทย นอกจากนี้แล้วในพริกไทยยังมีอัลคาลอยด์ ปีเปอริน (piperin) ทำให้มีกลิ่นฉุนซึ่งเคยนำมาใช้แต่งรสของบรั่นดี ปีเปอริน มีฤทธิ์เป็นยาฆ่าแมลง สรรพคุณของพริกไทย รักษาอาการปวดบวมบริเวณหัวใจ ปวดท้องและอาเจียนเป็นน้ำ มีลมในกระเพาะ ท้องเสียและอหิวาตกโรคในฤดูร้อน กระเพาะผิดปกติ มีอาการคลื่นไส้ เบื่ออาหาร ชัก เนื่องจากร่างกายขาดแคลเซียม ปวดฟัน ท้องอืดอาหารไม่ย่อย นอกจากนี้พริกไทยยังมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์และพยาธิ เช่นพยาธิเส้นด้าย พยาธิตัวตืด พยาธิใบไม้ และมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Escherichia coli*

พริกไทย จะให้รสเผ็ด ร้อน กลิ่นฉุน เม็ดพริกไทยมี 2 ชนิด คือพริกไทยดำเม็ดสีดำยังไม่ได้แกะเปลือกออก และพริกไทยแกะเปลือกหรือพริกไทยขาว เม็ดสีขาว กลิ่นฉุนภาคกลางนิยมนำมาใช้ตกแต่งกลิ่นอาหาร โดยเฉพาะใส่ในแกงเผ็ดในการทำแกงไตปลาควรใช้พริกไทยขาวในปริมาณที่เหมาะสม หากใช้มากเกินไปจะให้กลิ่นฉุนของพริกไทยรุนแรงทำให้ได้กลิ่นรสที่ไม่ดี การเลือกพริกไทย ควรเลือกที่ใหม่ เม็ดแห้งสนิทและไม่มีแมลงแทะ

3) ข่า

เป็นพืชสมุนไพรที่ใช้เป็นเครื่องเทศมานานแล้ว ส่วนที่ใช้คือเหง้าอ่อนและเหง้าแก่เหง้าข่ามีรสเผ็ดปร่าใช้แต่งกลิ่นแต่งรสอาหาร เช่น ใช้เป็นเครื่องปรุงในเครื่องแกง ต้มข่าไก่ ผัดเผ็ด ลาบ ต้มยำ เป็นต้น ข่ามีประโยชน์ช่วยดับกลิ่นคาวของเนื้อและปลา ในเหง้าข่ามีน้ำมันหอมระเหยในปริมาณสูงประกอบด้วยสารหลายชนิด เช่น ซีนีออน (cineol) ยูจีนอล (eugenol)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคมเฟอรอล การบูร และซินนามิคอัลดีไฮด์ เป็นต้น น้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ช่วยขับลม แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ แน่น จุกเสียด และมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียและยับยั้งเชื้อราที่ผิวหนังบางชนิดได้อีกด้วย

4) ใบมะกรูด

ใบมะกรูดและผิวมะกรูดเป็นเกียรติเป็นศรีของอาหารไทย คุณประโยชน์ของใบมะกรูดอยู่ที่น้ำมันหอมระเหย มะกรูดไม่เพียงมีกลิ่นชวนกิน ดับกลิ่นคาวเนื้อที่เป็นแหล่งโปรตีน แถมใบมะกรูดช่วยในการย่อยอาหาร จะกินแบบต้มราดกะทิ หรือกินเป็นเครื่องปรุงกลิ่นกล่อมรสก็ดีล้วนใบมะกรูดมีแคลเซียมและเบต้า - แคโรทีนสูง แต่เพราะกินไม่เป็นกอบเป็นกำ มะกรูดจึงเด่นที่กลิ่นหอมมากกว่า สรรพคุณทางยาของใบมะกรูด มีรสปร่ากลิ่นหอมติดร้อนใช้ปรุงอาหารแก้โรคลักปิดลักเปิดขับลมในลำไส้ ขับระดู แก้ลมจุกเสียด (รุ่งรัตน์ เหลือนทีเทพ, 2535 : 95)

5) ตะไคร้

ส่วนตะไคร้ที่นำมาใช้ในการปรุงอาหารคือ ลำต้นสดและแห้ง ตะไคร้เป็นเครื่องเทศที่ใช้ปรุงรส และแต่งกลิ่นรสอาหารไทยหลายชนิด เช่น น้ำพริกแกง ต้มยำ แกงไตปลา ยำ เป็นต้น ตะไคร้ช่วยดับกลิ่นคาวและช่วยทำให้รสอาหารดีขึ้น นอกจากนี้ตะไคร้ยังมีฤทธิ์ช่วยขับลม แก้จุกเสียด แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ ในตะไคร้มีธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส และธาตุเหล็ก

ตะไคร้ที่ใช้ทำแกงไตปลาที่พบเห็นมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ ชนิดก้านอวบขาว เรียกว่า ตะไคร้หยวก เนื้อจะแข็ง ถ้าหากนำมาทำแกงไตปลาจะมีรสชาติไม่อร่อยเท่าที่ควร ส่วนอีกชนิดหนึ่งเป็น ตะไคร้ต้นสีเขียว ตามกาบใบจะออกสีชมพูนิดหน่อย เนื้อแน่น นุ่ม นำมาเป็นส่วนประกอบของอาหารจะทำให้มีรสหอม ในการทำแกงไตปลาถ้าหากใส่ตะไคร้มากเกินไปอาจจะทำให้มีกลิ่นรสที่ไม่ดี ไม่กลมกล่อม การเลือกตะไคร้ ควรเลือกที่ต้นที่อวบ เวลานำตะไคร้มาใช้ให้ตัดส่วนโคนที่ติดกับรากและตัดส่วนใบทิ้ง ใช้ส่วนของลำต้น ล้างให้สะอาด หั่นตามขวางเป็นท่อนๆ หรือเฉียง เตรียมสำหรับทำแกงไตปลา

6) ขมิ้น

ส่วนของขมิ้นที่ใช้ในการทำแกงไตปลา คือ รากเหง้าสดและแห้ง สารที่พบในขมิ้นมีประมาณร้อยละ 6 ประกอบด้วย เคอร์คิวมิน เป็นสารสีเหลืองจากธรรมชาติ และสารแคโรทีนอยด์ แกงปักษ์ใต้ส่วนมากจะใส่ขมิ้น รับประทานส่วนที่เป็นเหง้าขมิ้น นำมาปอกเปลือกประกอบเครื่องแกงนอกจากมีสีเหลืองสวยแต่งแต้มสีสันอาหารให้น่ารับประทานแล้ว ขมิ้นยังดับกลิ่นคาว และแก้อาการท้องอืดได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) กระเทียม

เป็นเครื่องเทศและสมุนไพรส่วนที่ใช้ในการประกอบอาหาร คือ หัวกระเทียม จะให้กลิ่นฉุน รสเผ็ดร้อน ปัจจุบันกระเทียมที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารมี 2 แบบ คือ แบบหัวเล็ก และแบบหัวใหญ่ ซึ่งกระเทียมหัวเล็กจะมีกลีบเล็ก มีกลิ่นหอมใช้กันโดยทั่วไป ส่วนกระเทียมหัวใหญ่ จะให้กลีบใหญ่ ไม่ค่อยมีกลิ่นฉุนของกระเทียม ในการทำแกงไตปลาควรเลือกใช้ให้เหมาะสม การเลือกกระเทียมเลือกที่มีกลีบโตๆ เนื้อแน่น ไม่ฝ่อ และแก่จัด เวลาใช้ให้แกะกระเทียมออกเป็นกลีบๆ ปอกเปลือกออกกระเทียมจะช่วยดับกลิ่นคาวของอาหารได้มาก แต่ถ้าใช้มากเกินไปจะทำให้เกิดรสปร่าได้

8) กะปิ

กะปิเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญ ที่ใช้กันมากในการปรุงอาหารหรือทำน้ำพริก เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ช่วงที่มีการผลิตมากคือ ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนเมษายน ในประเทศไทยนิยมทำกะปิจากเคยเป็นส่วนใหญ่ ที่ทำมาจากปลาน้อยมากและเชื่อว่าคุณภาพต่ำกว่ากะปิเคย กะปิ จะเป็นกะปิจากกุ้งหรือเคยก็ได้ กะปิที่ดีนั้นเนื้อจะละเอียด นุ่ม มีกลิ่นหอม ไม่แฉะหรือกระด้าง ถ้ากะปิไม่ดีจะเห็นละอองเกลือจับอยู่ที่ผิวกะปิ หรือหากมีการผสมสี อาจสังเกตพบจุดสีแดงอมชมพูเฉพาะที่ในกะปินั้น ซึ่งก็คือสีที่ผสมลงไปแล้วกระจายตัวไปไม่ทั่ว บางครั้งอาจมีการผสมแป้งลงไปเพื่อเพิ่มปริมาณกะปิของผู้ผลิต การเลือกซื้อ ควรพิจารณาเลือกกะปิที่ใหม่และคุณภาพดี ไม่มีส่วนผสมอื่นๆ นอกจากกุ้งหรือเคยกับเกลือ กะปิปลาไม่นิยมใช้ในการทำแกงไตปลาเพราะให้กลิ่นรสได้ไม่ดีเท่ากับกะปิกุ้งหรือเคย การใช้กะปิควรใช้ในปริมาณที่พอดีจะทำให้มีกลิ่นหอมอร่อย แต่ถ้าใส่มากเกินไปจะเหม็น และเค็ม ทำให้เสียรสชาติ

9) หอมแดง

หอมเป็นส่วนหัวซึ่งเป็นลำต้นใต้ดินสะสมอาหารของต้นหอม ตำราสรรพคุณโบราณว่า หอมแดงมีรสร้อน มีสรรพคุณขับลมในกระเพาะอาหารและลำไส้ แพทย์ตามชนบทใช้ตำสุมกระหม่อมเด็กแก้หวัด ในหอมแดงจะมีน้ำมาก เวลาจะใส่ในแกงไตปลา ถ้าใส่มากจะทำให้มีรสเปรี้ยว เวลาจะโขลกหรือปั่นจะต้องใส่ในลำดับท้ายๆ เพราะหอมแดงมีน้ำมากอาจทำให้กระเด็นเลอะเทอะได้ การเลือกหอมแดงควรเลือกใช้หอมแดงที่หัวใหญ่ แห้งไม่ฝ่อ เพราะอาจมีราดำตามซอกกลีบของหอม เวลาใช้ ปอกเปลือก ล้างน้ำให้สะอาด เพราะอาจมีดินและราติดอยู่ (นิลุบล นวเรศ, มปท. : 141 - 144)

2.1.3 เนื้อปลา

เนื้อปลาเป็นเนื้อสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงดังแสดงในตารางที่ 1 คุณค่าโภชนาการของเนื้อปลา นอกจากนี้เนื้อปลายังได้รับความนิยมมากในการนำมาเป็นส่วนผสมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แกงไตปลา เนื้อปลาที่ใช้เป็นส่วนผสมแกงไตปลามักนำมาย่างก่อนที่จะนำมาใช้ เพราะจะทำให้เนื้อปลาไม่เละ และทำให้เนื้อสัมผัสดี เนื้อปลาที่ใช้ได้แก่ เนื้อปลาโอ ปลาทู เป็นต้น (อำนวย โชติญาณวงศ์, 2524 : 37)

ตารางที่ 1 คุณค่าโภชนาการของเนื้อปลา

ชนิดของสาร	(%)
โปรตีน	23.8 - 26.6
ไขมัน	0.3 - 7.4
ความชื้น	68.6 - 71.1
เถ้า	1.3 - 1.7
คาร์โบไฮเดรท	-
พลังงาน (แคลอรี่ / 100 กรัม)	107 - 185

ที่มา : อำนวย โชติญาณวงศ์, 2524 : 38

การย่าง หมายถึง การทำอาหารให้สุกโดยวางไว้เหนือไฟอ่อนๆ หมั่นกลับไปกลับมาจนข้างในสุก และข้างนอกไหม้ แต่ภายในสุกนุ่มจนถึงแห้งกรอบต้องใช้เวลานานพอสมควร การย่างถ้าปลายังเปียกต้องหมั่นกลับจนผิวปลาแห้งแล้วจึงปล่อยได้มิฉะนั้นหนังปลาจะติดตามตะแกรงเหล็ก

การย่างมี 2 แบบ คือ แบบพื้นเมืองทั่วๆ ไป และแบบที่ใช้ตู้รมควัน

- แบบพื้นเมือง ทำเป็นแคร่สูงจากพื้นดินประมาณ 1 เมตร มีหลายชั้นสูงสุดประมาณ 1.50 ถึง 2.0 เมตร ใช้ใส่ไฟสำหรับย่าง และรมควันใต้แคร่

- แบบตู้รมควัน ทำเป็นตู้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้างประมาณ 1.5 ถึง 2.0 เมตร และสูง 1.8 เมตร ฝาทำด้วยไม้หรือสังกะสีก็ได้ ส่วนบนอาจใช้ไม้แล้วเจาะรู เพื่อให้ควันและความชื้นออกไป หรือจะใช้เสื่อรำแพนก็ได้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2528 : 28 -30)

2.1.4 ผัก

ผักที่ใช้ในการทำแกงไตปลามีด้วยกันหลายชนิด นิยมใส่ลงไปในแกงไตปลาโดยตรง และรับประทานเป็นผักดิบหรือผักสดแล้วแต่ความชอบของแต่ละบุคคล ผักที่นิยมใช้รับประทานกับแกงไตปลาปรุง มีอยู่มากมายตามแบบฉบับของปักษ์ใต้ ได้แก่ แตงกวา ผักบุ้งไทยหรือผักบุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นา ยอดกระถิน ยอดมะม่วงหิมพานต์ เม็ดสะตอ ลูกเหนียง ยอดมะม่วงอ่อน ผักกระเฉด ถั่วฝักยาว ถั่วงอก

ประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการทางอาหารของแกงไตปลา

แกงไตปลามีรสเผ็ด อาหารที่รสเผ็ดจะมีคุณสมบัติช่วยให้เจริญอาหาร แกงไตปลาใช้พริกขี้หนูจำนวนมากใส่เป็นเครื่องแกง ซึ่งพริกขี้หนูมีสรรพคุณทางยาช่วยแก้คลื่นไส้อาเจียนแก้โรคบิด เม็ดพริกมีสารที่สามารถทำให้หลอดเลือดขยายตัว เลือดไหลเวียนดีขึ้น แต่ก็มีข้อควรระวังคือท่านที่เป็นโรคเกี่ยวกับตา หรือผู้ป่วยอาการเจ็บคอ คอแห้ง ไอ ไม่ควรรับประทานพริกขี้หนูจำนวนมาก หรือรับประทานจำนวนน้อย

ด้านคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า แกงไตปลาน้ำข้น 1 ชุด ให้พลังงานต่อร่างกาย 759 กิโลแคลอรี่ ประกอบด้วยน้ำ 453.4 กรัม โปรตีน 86.5 กรัม ไขมัน 8.3 กรัม คาร์โบไฮเดรท 83.6 กรัม กาก 5.4 กรัม แคลเซียม 448.9 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 302.8 มิลลิกรัม เหล็ก 18.8 กรัม เรตินอล 0.88 ไมโครกรัม เบต้า – แคโรทีน 24 ไมโครกรัม วิตามินเอ 2545.2 IU วิตามินบีหนึ่ง 55.46 มิลลิกรัม วิตามินบีสอง 0.51 มิลลิกรัม ไนอาซิน 4.10 มิลลิกรัม วิตามินซี 29.93 มิลลิกรัม (โครงการพัฒนาตำรา กองทุนสนับสนุนกิจกรรม มูลนิธิการแพทย์แผนไทยพัฒนา, 2544 : 206 - 209)

2.2 กระบวนการผลิตอาหารกระป๋อง

การผลิตอาหารกระป๋อง หมายถึง การบรรจุอาหารกระป๋องเป็นวิธีการถนอมอาหารในภาชนะปิดสนิท โดยการใช้ความร้อนแบบสเตอริไลซ์ ภาชนะบรรจุมักเป็นแก้ว กระป๋องดีบุก ซึ่งทำจากเหล็กเคลือบดีบุกแต่ที่นิยมใช้กันมากขึ้น คือ กระป๋องอลูมิเนียม และพลาสติก (สุมาลี เหลืองสกุล, 2535 : 117)

2.2.1 ประวัติของอาหารกระป๋อง

การทำอาหารกระป๋อง (canning) เป็นวิธีการถนอมอาหารแบบสเตอริไลซ์วิธีหนึ่งซึ่งค้นพบโดย นิโคลัส แอพเพิร์ต (Nicholus Appert) ชาวฝรั่งเศส ในปี พ.ศ.2338 โดยเขาได้บรรจุอาหารลงในขวดแก้วปากกว้างปิดฝาด้วยจุกไม้ก๊อกให้แน่น แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด แล้วทำให้เย็นลงทันทีหลายครั้งสลับกัน พบว่าสามารถเก็บรักษาอาหารไว้ได้เป็นเวลานานโดยไม่เสียต่อมาในปี พ.ศ.2353 ปีเตอร์ ดูแรนด์ (Peter Durand) ชาวอังกฤษ ได้ริเริ่มการใช้กระป๋องเหล็กฉาบดีบุกขึ้นเป็นครั้งแรก ทำให้มีการใช้กระป๋องโลหะนี้แทนขวดแก้วมากขึ้น เนื่องจากกระป๋องโลหะมีราคาถูกกว่าและไม่แตกง่ายเหมือนขวดแก้ว ปัจจุบันกระป๋องโลหะนี้ก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันมากโดยมีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กัน ซึ่งใช้สัญลักษณ์ตัวเลข 3 หลัก ระบุขนาดกระป๋อง คือ เส้นผ่าศูนย์กลางและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูง เช่น กระป๋องขนาด 307 x 409 จะหมายถึง กระป๋องที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง $3\ ^{7}/_{16}$ นิ้ว และสูง $4\ ^{9}/_{16}$ นิ้ว

2.2.2 กรรมวิธีในการผลิตอาหารกระป๋อง

กรรมวิธีการผลิตอาหารกระป๋อง ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. การเตรียมวัตถุดิบ (preparation)

คุณภาพของวัตถุดิบมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยตรง วัตถุดิบจะต้องผ่านการทำความสะอาด มีการคัดขนาดและความแก่อ่อน เพื่อความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์และอยู่ในสภาพสด จากนั้นจึงทำการตัดแต่งแยกส่วนที่ไม่ต้องการออกไป การเตรียมวัตถุดิบมีขั้นตอนที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ จะประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1.1 การทำความสะอาด มีวิธีการแตกต่างกันไปตามลักษณะของวัตถุดิบมีการแยกสิ่งแปลกปลอมที่ติดมา เช่น เศษดิน หิน หญ้า โดยให้วัตถุดิบเคลื่อนไปบนสายพานหรือตะแกรงหมุน

1.2 การคัดขนาดและความแก่อ่อน เพื่อสะดวกในการบรรจุ และได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่สม่ำเสมอ อาจใช้คนงานที่มีความชำนาญในการคัดเลือกหรือใช้เครื่องมือช่วย เช่น การคัดขนาดผลไม้นิยมปล่อยให้วัตถุดิบผ่านตะแกรงที่มีรูขนาดต่างกัน ส่วนการวัดความแก่อ่อนของถั่วอาจแยกได้ โดยใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นต่างกันหรือใช้การวัดความถ่วงจำเพาะในการคัดหัวมัน

1.3 การตกแต่ง วัตถุดิบบางชนิดอาจต้องมีการเด็ดก้าน ตัดขั้ว ปอกเปลือก เจาะไส้และแกะเมล็ดออก รวมทั้งการผ่าซีก ตัดให้ได้รูปร่าง และขนาดตามที่ต้องการ หากพบตำหนิรอยช้ำ หรือแตกหักก็ต้องตัดแต่งเอาส่วนไม่ดีออก

2. การลวกด้วยน้ำร้อน (blanching)

สามารถทำได้หลายวิธีแต่ง่ายที่สุด คือ การจุ่มวัตถุดิบลงในน้ำเดือด ตามระยะเวลาที่เหมาะสมแล้วยกขึ้น ทำให้เย็น เหมือนการลวกผักในครัวเรือนหรือการนึ่งด้วยไอน้ำ ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารจะมีเครื่องที่ใช้สำหรับลวกวัตถุดิบแต่ละชนิด เรียกว่า แบลนเชอร์ (blancher) โดยทั่วไปมักเป็นแบบที่ปล่อยวัตถุดิบเคลื่อนผ่านถังน้ำหรืออุโมงค์ไอน้ำที่สามารถควบคุมทั้งอุณหภูมิและเวลาได้อย่างเหมาะสม (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2543 :116 - 129)

สุมาลี เหลืองสกุล (2535 : 122 - 123) กล่าวว่า การลวกด้วยน้ำร้อนมีจุดประสงค์ดังนี้

- ช่วยทำลายเอนไซม์ในวัตถุดิบ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่น
- ช่วยกำจัดอากาศออกจากผิวหน้าของวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ช่วยให้วัตถุดิบหดตัวและนิ่ม สะดวกในการบรรจุ
- ช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์

3. การบรรจุ (filling)

เมื่อวัตถุดิบผ่านขั้นตอนของการเตรียมแล้ว จะถูกส่งมาตามสายพานเข้าสู่แผนกบรรจุเป็นขั้นตอนการนำวัตถุดิบบรรจุลงในภาชนะบรรจุ ซึ่งอาจทำจากขวดแก้ว หรือกระป๋องโลหะก็จะถูกส่งมา ซึ่งส่วนมากจะมีเครื่องบังคับให้เคลื่อนที่มาตามรางอัตโนมัติ ผ่านการทำความสะอาดเข้าสู่แผนกบรรจุ การบรรจุอาจใช้แรงคนหรือเครื่องจักรก็ได้ โดยจะบรรจุส่วนที่เป็นของแข็งลงไปก่อน แล้วจึงบรรจุส่วนที่เป็นของเหลว เช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม ลงไป ปัจจุบันนี้ภาชนะบรรจุอาจเป็นถุง หรือกล่องพลาสติกก็ได้

4. การไล่อากาศ (exhausting)

การไล่อากาศ คือ การไล่อากาศภายในภาชนะออกมาให้มากที่สุด สุญญากาศภายในภาชนะบรรจุเกิดจากการไล่อากาศบริเวณของช่องว่างเหนืออาหารก่อนทำการปิดผนึกภาชนะบรรจุ การไล่อากาศโดยทั่วไป มี 4 วิธี คือ

4.1 การบรรจุอาหารขณะร้อน (hot filling) ใช้กับอาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบและต้องผ่านการให้ความร้อนก่อนการบรรจุ การบรรจุอาหารที่อุณหภูมิใกล้จุดเดือดของน้ำจะทำให้เกิดความดันของไอน้ำประมาณ 1 บรรยากาศในส่วนของช่องว่างภายใน ดังนั้น ถ้ารีบปิดผนึก และทำให้เย็น ไอน้ำจะควบแน่นและทำให้เกิดสุญญากาศได้ และเมื่อถูกทำให้เย็นจะเกิดการหดตัวของอาหาร นอกจากนี้การให้ความร้อนเบื้องต้น (preheat) แก่อาหารช่วยลดระยะเวลาการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อลง

การไล่อากาศแบบนี้เหมาะกับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนโดยอุณหภูมิของอาหารขณะบรรจุ และปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะ จะมีผลต่อสุญญากาศที่เกิดขึ้น การบรรจุที่อุณหภูมิสูงและมีช่องว่างเหนืออาหารน้อย จะทำให้เกิดสุญญากาศภายในภาชนะมากขึ้น

4.2 การใช้ความร้อน (thermal exhausting) จะทำภายในภาชนะที่บรรจุอาหารแล้วอาจเปิดฝาหรือปิดฝาบางส่วนผ่านอ่างน้ำร้อนหรือห้องไอน้ำ (exhaust box) ซึ่งควบคุมอุณหภูมิไว้ อาหารและภาชนะบรรจุจะถูกทำให้ร้อนจนมีอุณหภูมิ 80 - 95 $^{\circ}$C แล้วรีบนำไปปิดฝาทันที วิธีนี้เหมาะสมสำหรับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อน ซึ่งจะเพิ่มอุณหภูมิของอาหารได้อย่างรวดเร็ว สำหรับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนก็อาจใช้วิธีนี้ได้แต่จะต้องให้ความร้อนเป็นเวลานาน จนกว่าอุณหภูมิของอาหารจะสูงขึ้นถึงอุณหภูมิที่กำหนด วิธีนี้มักใช้ควบคู่กับการบรรจุขณะร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการให้ความร้อน สุญญากาศจะเกิดเนื่องจากอุณหภูมิอาหารขณะปิดฝาและปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหาร

4.3 การใช้วิธีกล (mechanical exhausting) ทำโดยการปิดผนึกภาชนะที่บรรจุอาหารแล้วภายใต้สภาวะสุญญากาศซึ่งเกิดจากเครื่องมือกล โดยไม่จำเป็นต้องให้ความร้อนแก่อาหาร เหมาะสำหรับอาหารที่ไม่ทนความร้อนหรืออาหารแห้ง

วิธีนี้สามารถทำให้เกิดสุญญากาศภายในภาชนะบรรจุสูง เนื่องจากสุญญากาศที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดเนื่องจากการหดตัวของอาหารหรือการควบแน่นของไอน้ำ ดังนั้นอุณหภูมิของอาหารขณะปิดฝาและปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร จะไม่มีผลต่อสุญญากาศที่เกิดขึ้น วิธีนี้ไม่เหมาะกับอาหารที่มีความหนืดสูง เพราะจะเก็บอากาศไว้ภายในเนื้ออาหารได้ง่าย

4.4 การฉีดไอน้ำเข้าไปในส่วนของช่องว่างเหนืออาหารที่บรรจุก่อนการปิดฝา (steam flow closing) ทำโดยฉีดไอน้ำเข้าไปแทนที่อากาศ หลังจากฉีดได้ตามเวลาที่กำหนดฝาของภาชนะซึ่งถูกทำให้ร้อนแล้วจะเลื่อนลงมาแทนที่ พร้อมกับการปิดผนึกฝาโดยอัตโนมัติหลังจากไอน้ำควบแน่น จะเกิดสุญญากาศขึ้นภายในช่องว่างเหนืออาหาร วิธีนี้ไม่สามารถไล่อากาศที่อยู่ภายในเนื้ออาหารได้ ใช้สำหรับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน สุญญากาศที่เกิดขึ้นภายในภาชนะบรรจุจะเกิดจากการควบแน่นของไอน้ำ ซึ่งแทนที่อากาศในส่วนของช่องว่างเหนืออาหาร ดังนั้นทั้งปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหารและอุณหภูมิของอาหารขณะบรรจุจะมีผลต่อสุญญากาศภายในกระป๋อง แต่ปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหารจะมีผลมากกว่าอุณหภูมิของอาหาร การเพิ่มปริมาตรของช่องว่างนี้จะทำให้สุญญากาศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากกว่าการเพิ่มอุณหภูมิขณะปิดฝา แต่ในการบรรจุจะต้องระวังไม่ให้มีฟองอากาศภายในเนื้ออาหาร และต้องควบคุมให้ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารอยู่ในช่วงที่กำหนด ความสูงของช่องว่างนี้ควรมีค่าประมาณ $^{10}/_{32}$ ซึ่งจะทำให้เกิดสุญญากาศที่เหมาะสม (ทนง ภัครัชพันธุ์, 2524 : 80 - 83)

ช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุ (headspace) คือ ส่วนของช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุ ซึ่งมีความสำคัญต่อการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อโดยแรงดันที่เกิดขึ้นภายในเนื่องจาก

1) อาหารภายในภาชนะขยายตัว
2) ความดันไอน้ำภายในภาชนะเพิ่มขึ้น
3) อากาศและก๊าซอื่นๆ ในช่องว่างภายในภาชนะบรรจุขยายตัว

อาหารกระป๋องเมื่อผ่านการให้ความร้อนจะทำให้เกิดแรงดันภายในมากแรงดันภายในเหล่านี้จะถูกควบคุมโดยการขยายตัวของกระป๋องและการโป่งพองของฝากระป๋องซึ่งรีดลอนไว้ ดังนั้นจึงต้องเหลือช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุไว้ส่วนหนึ่งเพื่อรองรับการขยายตัวของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารและก๊าซภายในภาชนะบรรจุ และช่องว่างนี้ยังช่วยในการถ่ายเทความร้อน ในกรณีที่มีการพลิกกลับไปมาของภาชนะบรรจุในระหว่างการให้ความร้อน

ในการบรรจุและการไล่อากาศ มีตัวแปรที่ต้องควบคุม 3 ประการ คือ

1) ชนิดและปริมาณของก๊าซในช่องว่างเหนืออาหารที่บรรจุ โดยปกติมักจะเป็นอากาศ ในบางกรณีมักมีการบรรจุก๊าซเฉื่อยแทน

2) ปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหาร โดยทั่วไปจะต้องควบคุมปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุมีค่าไม่เกิน 10 % ของปริมาตรภาชนะบรรจุ การวัดช่องว่างภายในภาชนะบรรจุ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การวัดระยะทางจากขอบบนของส่วนโค้งหรือตะเข็บจนถึงผลิตภัณฑ์ และการวัดระยะจริงจากฝากระป๋องจนถึงผลิตภัณฑ์

ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ถ้าปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารน้อยเกินไปอันเนื่องมาจากการบรรจุอาหารที่มากเกินไป เวลาในการฆ่าเชื้อที่คำนวณไว้อาจไม่เพียงพอเนื่องจากอัตราการส่งผ่านของความร้อนลดลง และมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของอาหารภายใน ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลง ค่า F_0 ของกระบวนการจะลดลง ถ้าปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารมากเกินไป จะทำให้น้ำหนักสุทธิของอาหารต่ำกว่ามาตรฐานอากาศภายในภาชนะบรรจุที่มากเกินไปจะทำให้อาหารซึ่งเก็บภายในภาชนะบรรจุเกิดการเสื่อมเสียและภาชนะบรรจุเกิดการกัดกร่อน

3) สภาวะความดันภายในช่องว่างเหนืออาหาร ความดันในช่องว่างเหนืออาหารจะต้องต่ำกว่าความดันของบรรยากาศภายนอก หรือเรียกว่าเป็น "สุญญากาศ" ซึ่งจะต้องมีการไล่อากาศออกจากบริเวณของช่องว่างนี้ ในกระบวนการบรรจุกระป๋อง จำเป็นจะต้องทำให้เกิดสภาวะสุญญากาศภายในภาชนะบรรจุ เนื่องจากเหตุผลหลายประการ คือ

- เพื่อให้ฝากระป๋องโค้งเว้าเข้าด้านในตลอดช่วงอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นว่าอาหารภายในยังคงมีสภาพดี เนื่องจากการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์ จะเกิดก๊าซขึ้นภายในและดันภาชนะบรรจุให้โป่งพองออก
- ช่วยลดปริมาณออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุเป็นการช่วยลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์ภายใน เช่น การเปลี่ยนแปลงสีของอาหารบางชนิดปฏิกริยาของการเกิดออกซิเดชั่น (oxidation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลดแรงดันภายในภาชนะบรรจุ ในระหว่างการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ ทำให้ส่วนของฝาภาชนะบรรจุไม่เกิดการบิดเบี้ยว เสียรูปทรง หรือไม่เกิดการรั่วที่ตะเข็บ

ระดับสุญญากาศที่น้อยเกินไปจะทำกระป๋องหรือภาชนะบรรจุมีลักษณะบวมเนื่องจากแรงดันภายในของก๊าซเมื่อขยายตัว เมื่อได้รับความร้อนระหว่างการฆ่าเชื้อจะดันฝาภาชนะให้เปิดออก ระดับสุญญากาศที่มากเกินไปจะทำให้ภาชนะบุบ กรณีนี้มักเกิดกับภาชนะบรรจุที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากพื้นที่ผิวในการรับแรงกดดันของบรรยากาศมาก (Heid และ Joslyn, 1963 : 151)

5. การปิดผนึก (seaming)

สำหรับกระป๋องโลหะจะต้องผนึกด้วยเครื่องผนึกฝาที่ออกแบบโดยเฉพาะเพื่อให้เกิดการยึดกันระหว่างฝาและขอบกระป๋อง หลังการผนึกทับกันเป็นตะขอแนบสนิทแบบตะเข็บคู่ (double seam) ถ้าการผนึกทำไม่ถูกต้องจะมีผลเสียในขั้นตอนการทำลายจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการรั่วของภาชนะบรรจุได้ ดังนั้นขั้นตอนการปิดผนึกต้องทำอย่างระมัดระวัง ถ้าเป็นขวดแก้วจะปิดด้วยฝาที่ทำจากเหล็กเคลือบดีบุกในแบบที่เป็นเกลียวหมุนหรือตะเข็บงอก็ได้

6. การฆ่าเชื้อ (process)

หมายถึง การใช้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารซึ่งบรรจุอยู่ภายในภาชนะปิดสนิท ปริมาณความร้อนมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ ซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดของอาหาร

การหาปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ผู้ผลิตอาหารกระป๋องมีจุดมุ่งหมายว่าความร้อนที่ใช้จะสามารถทำให้อาหารส่วนใหญ่ปราศจากเชื้อ แต่ในทางปฏิบัติผลที่ได้อาจไม่เป็นไปตามนั้น ดังนั้นแทนที่จะทำลายจุลินทรีย์ในอาหารให้ตายหมดอาจทำลายเฉพาะจุลินทรีย์ที่สามารถทำให้อาหารเสียภายใต้สภาพแวดล้อมปกติที่ใช้เก็บอาหารเท่านั้น โดยปล่อยให้มีจุลินทรีย์บางชนิดอยู่ในอาหารแต่ไม่สามารถเจริญได้เรียกว่า เป็นการทำให้ปราศจากเชื้อแบบการค้า (commercially sterilization)

กรรมวิธีในการให้ความร้อนที่จำเป็นต่อการถนอมอาหารประเภทบรรจุกระป๋องนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการทนความร้อนของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสียและปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการแผ่กระจายความร้อน ในหม้อนึ่งที่อุณหภูมิสูงกว่าย่อมใช้เวลาสั้นกว่าและกรรมวิธีจะแตกต่างกันตามชนิดของอาหารกระป๋อง การปรุงอาหาร ขนาดและรูปร่างของกระป๋อง อุณหภูมิของส่วนผสมอาหาร ถ้าอาหารมีลักษณะเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ ในน้ำหรือน้ำเกลือจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยย่นเวลาในการให้ความร้อน แต่ถ้าเป็นอาหารข้น เช่น ครีม จะต้องใช้เวลานานขึ้นอาหารที่เป็นกรดจะต้องการเวลาให้ความร้อนน้อยกว่าอาหารที่เป็นกลาง

การให้ความร้อนนั้นจะทำให้หม้อนึ่งซึ่งอาจใช้ความดันหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารปัจจุบันการให้ความร้อนแบบ HTST จะใช้เครื่องมือพิเศษในการให้ความร้อนฆ่าเชื้อในภาชนะบรรจุและฝาทีละมากๆ แล้วจึงบรรจุอาหารและปิดผนึกภาชนะบรรจุ ภายใต้สภาพปลอดเชื้อ เช่น วิธี HCF (heat-cool-fill) แต่ถ้าเกรงว่าอาจมีจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสียหลงเหลืออยู่ก็อาจให้ความร้อนอีกครั้งหนึ่งหลังการบรรจุก็ได้แต่ใช้ความร้อนต่ำกว่าครั้งแรก เช่น การผลิตน้ำมะเขือเทศกระป๋อง หรืออาจใช้ความร้อนร่วมกับการถนอมอาหารวิธีอื่น เช่น ใช้ความดันทำลายเชื้อในอาหารก่อนบรรจุในภาชนะแล้วจึงให้ความร้อน อาหารแห้งกระป๋องมักทำให้อาหารแห้งลงโดยการลดน้ำหนักของอาหารลงอย่างน้อยครึ่งหนึ่งจากเดิมแล้วจึงบรรจุกระป๋อง หรือใช้ความร้อนร่วมกับการเติมสารเคมีหรือการฉายรังสี เป็นต้น (สุมาลี เหลืองสกุล, 2535 : 123-124)

นอกจากนี้การฆ่าเชื้อยังขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร รูปร่างและขนาดของภาชนะบรรจุ การฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องนี้จะต้องใช้ปริมาณความร้อนที่เพียงพอต่อการทำลายสปอร์ของ *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นเชื้อที่เราจะต้องให้ความสำคัญอย่างมากที่สุดในการผลิตอาหารกระป๋องโดยเฉพาะอาหารที่มีกรดต่ำ เนื่องจาก *Cl. botulinum* เป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ในอุณหภูมิปกติ (mesophile) และไม่ต้องการอากาศ (anaerobe) ในการเจริญเติบโตและสร้างสารพิษ พบว่ามีอยู่ 6 สายพันธุ์ คือ A B C D E และ F ชนิดที่เป็นอันตรายในคน คือ A B และ F แม้ว่าเซลล์ของ *Cl. botulinum* จะถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิไม่สูงนัก ประมาณ 82.2 – 93.3 °C แต่สปอร์และสารพิษในสปอร์ค่อนข้างทนความร้อนสูงจึงเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคหากใช้ความร้อนฆ่าเชื้ออาหารไม่เพียงพอ เพราะปริมาณสารพิษเพียงเล็กน้อยประมาณหนึ่งในล้านส่วนสามารถทำให้ถึงแก่ความตายได้ จากการศึกษาพบว่า สปอร์ของ *Cl. botulinum* ชนิด A ทนความร้อนสูงมาก ณ อุณหภูมิน้ำเดือดจะอยู่ได้นานถึง 4 ชั่วโมง ในอุตสาหกรรมอาหารการทดสอบว่าปริมาณความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้ออาหารเพียงพอหรือไม่นั้นจะใช้เชื้อ P.A.3679 เป็นตัวทดสอบเพราะสปอร์มีคุณสมบัติทนความร้อนได้ดีเช่นเดียวกับสปอร์ของ *Cl. botulinum* แต่ไม่สร้างสารพิษและสะดวกในการนำมาใช้งาน นอกจากนี้ยังตรวจสอบการเสื่อมเสียของอาหารจากเชื้อนี้ได้ง่ายเพราะมีก๊าซเกิดขึ้น

การฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องถือเอาอุณหภูมิและเวลาที่ทำลายสปอร์ของ *Cl. botulinum* เป็นหลักถ้าอาหารปลอดภัยจากสปอร์และสารพิษของเชื้อนี้ก็จะปลอดภัยจากเชื้อชนิดอื่นด้วย พบว่าที่อุณหภูมิ 121 °C นาน 15 นาที สามารถทำลายสปอร์ของ *Cl. botulinum* ได้ แต่อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของอาหารอาหารที่เป็นกรดสูงจะใช้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อนในการทำลายเชื้อน้อยกว่าอาหารที่เป็นกรดต่ำ ดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมจึงนิยมเติมกรดลงในอาหารบางชนิดเพื่อลดปริมาณความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อ

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

1. คุณสมบัติในการทนต่อความร้อนของสปอร์จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร การทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารต้องพิจารณาระดับอุณหภูมิและปริมาณความร้อนที่ต้องการ นอกจากนี้ยังต้องศึกษาถึงความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์
2. อัตราเร็วที่ปริมาณความร้อนแทรกผ่านไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหาร เวลาที่ใช้จะทำให้จุดที่ร้อนช้าที่สุดในภาชนะถึงอุณหภูมิที่ต้องการ

ความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์

1. ชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์เริ่มต้น ความร้อนในการทำลายยีสต์และราจะง่ายกว่าแบคทีเรียและสปอร์ของแบคทีเรียทนความร้อนได้ดีกว่าเซลล์ธรรมดาของแบคทีเรีย (vegetative cell) ระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อขึ้นกับจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น ถ้าปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นมากกว่าที่กำหนดไว้ อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดไว้ในกระบวนการฆ่าเชื้อก็จะไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้หมดก่อให้เกิดปัญหาอาหารผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ (under process)
2. อายุของจุลินทรีย์ ระยะการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะมีผลต่อการทนทานความร้อน จุลินทรีย์มีความต้านทานต่อความร้อนได้สูงสุดในระยะสเตชั่นนารีเฟส (stationary phase) รองลงมาคือ ช่วงแลกเฟส (lag phase) ซึ่งเป็นช่วงพักตัวก่อนเริ่มการเจริญเติบโต ส่วนช่วงลอการิทึมเฟส (logarithm phase) จุลินทรีย์ไม่ทนร้อน
3. อุณหภูมิ จุลินทรีย์จะทนความร้อนได้มากที่สุดเมื่อเจริญในสภาพที่อุณหภูมิเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (optimum temperature) ดังนั้นอุณหภูมิที่อาหารถูกทิ้งไว้ก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อ จะมีผลต่อการต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์
4. ลักษณะอาหาร จุลินทรีย์สามารถทนความร้อนได้มากขึ้นเมื่อปริมาณน้ำในอาหารลดลง (water activity) สารประกอบต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของอาหาร เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกลือ (เกลือของแคลเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

และแมกนีเซียม) รวมทั้งเกลือแกงและน้ำตาลที่เติมซึ่งผลช่วยเพิ่มความต้านทานของจุลินทรีย์

5. ความเป็นกรดด่างของอาหาร (pH) มีผลโดยตรงต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน และความสามารถในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยปกติจุลินทรีย์จะทนความร้อนได้มากที่สุด เมื่อเจริญในสภาพที่มี pH เหมาะสม (optimum pH)

7. การทำให้เย็น (cooling)

หลังจากผ่านกระบวนการให้ความร้อนแล้วจะต้องรีบทำให้อาหารกระป๋องเย็นลงทันทีโดยให้กระป๋องแช่ในน้ำเย็นจัด หรือโดยการพ่นน้ำเย็นจัดใส่กระป๋องแต่การฉีดพ่นด้วยน้ำเย็นจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเล็กน้อย เนื่องจากสามารถเกิดการระเหยของน้ำที่ผิวกระป๋องได้ทำให้ลดอุณหภูมิได้เร็วกว่า การทำให้เย็นมีจุดประสงค์เพื่อป้องกันการสูญเสียคุณภาพของอาหารเนื่องจากความร้อนส่วนเกิน โดยการลดอุณหภูมิของอาหารหลังจากฆ่าเชื้อแล้วลงอย่างรวดเร็วด้วยน้ำเย็นจนอุณหภูมิลดถึงระดับหนึ่งซึ่งยังมีความร้อนเหลืออยู่ พอที่จะทำให้ผิวนอกของกระป๋องแห้งสนิทปราศจากหยดน้ำที่เกาะอยู่บนกระป๋องเพื่อป้องกันการเกิดสนิมบนกระป๋องขณะเก็บรักษา แต่ไม่ควรลดอุณหภูมิของกระป๋องต่ำเกินไปเนื่องจากถ้าลดอุณหภูมิต่ำเกินไปหลังจากนำขึ้นจากน้ำ ยังมีความร้อนเหลืออยู่ไม่เพียงพอที่จะทำให้กระป๋องแห้งเมื่อสิ้นสุดกระบวนการทำให้เย็นแล้ว จะต้องใช้ลมเป่าให้ภาชนะบรรจุแห้งช่วยป้องกันการเกิดสนิมของกระป๋อง

ถ้าภาชนะบรรจุเป็นแก้วหรือกระป๋องขนาดใหญ่จะต้องใช้เวลาในการทำให้เย็นนานขึ้น การทำให้เย็นจะต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยงการแตกของภาชนะบรรจุ น้ำที่ใช้ในการทำให้เย็นต้องเป็นน้ำที่สะอาด เนื่องจากภาชนะบรรจุรั่วจะเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหาร ทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียได้และน้ำที่ใช้นั้นควรเป็นน้ำอุ่นก่อน แล้วจึงค่อยๆ ปรับอุณหภูมิให้เย็นลงตามลำดับ

การลดอุณหภูมิในอัตราที่ช้าเกินไปจะทำให้เกิดการเจริญของสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ทนความร้อน มีผลให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียเพราะว่าจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูงจะยังสามารถเจริญได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม จุลินทรีย์ในกลุ่มแฟลตซาวร์ (flat sour) ที่ทำให้อาหารกระป๋องเสื่อมเสีย โดยกระป๋องไม่บวมสามารถเจริญได้ที่ 48.9 - 71.1 $^{\circ}$C จึงควรทำให้กระป๋องเย็นอย่างรวดเร็วหลังการฆ่าเชื้อ (สุมาลี เหลืองสกุล, 2535 : 124)

8. การปิดฉลากและการบรรจุ (labeling and packing)

เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการผลิต ก่อนที่จะจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไปสู่ผู้บริโภคต่อไป (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร,2543 : 116 - 129)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

49818

2.2.3 การแบ่งประเภทอาหาร

ชนิดของอาหารมีผลต่อระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องแบ่งชนิดของอาหารออกเป็นกลุ่ม เพื่อสะดวกในการพิจารณาใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้ออาหารให้เหมาะสม

1. การแบ่งชนิดของอาหารตามความเป็นกรด-เบส

ความเป็นกรด-เบส ของอาหาร มีผลต่อการกำหนดอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารที่มีความเป็นกรดสูงหรือ pH ต่ำ จะใช้อุณหภูมิและเวลาฆ่าเชื้อต่ำกว่าอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำหรือ pH สูง เนื่องจากการเจริญหรือการอยู่รอดของจุลินทรีย์จะขึ้นกับความเป็นกรด-เบส ของอาหารด้วย การแบ่งชนิดของอาหารตามความเป็นกรด-เบส นี้ สามารถแบ่งได้หลายแบบแต่โดยทั่วไปนิยมแบ่งชนิดของอาหารดังนี้ คือ

1.1 *อาหารที่มีกรดต่ำ* คือ อาหารที่มีค่า pH สูงกว่า 4.6 เช่น เนื้อสัตว์ อาหารทะเล ผลิตภัณฑ์ไข่ ผลิตภัณฑ์นมและผักบางชนิด เป็นต้น

1.2 *อาหารที่เป็นกรด* คือ อาหารที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4.6 เช่น ผลไม้ น้ำผลไม้ แยม และผลิตภัณฑ์อาหารหมักดอง เป็นต้น

การกำหนด pH 4.6 เป็นเกณฑ์ในการแบ่งชนิดอาหารเนื่องจาก *Cl. botulinum* จะไม่เจริญเติบโตหรือสร้างสารพิษที่ pH ต่ำกว่า 4.6 การใช้ความร้อนในระดับน้ำเดือด (100 °C) ก็เพียงพอที่จะฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ให้หมดไปได้

ตารางที่ 2 ความเป็นกรด-เบส ของอาหารบางชนิด

ชนิดของอาหาร	ความเป็นกรด-เบส
ไวน์	1.8 - 3.2
ส้ม	3.2 - 3.8
สตรอเบอรี	3.3 - 3.4
กะหล่ำปลี	5.1 - 5.3
เนื้อ	5.5 - 6.5
ปลา	6.2 - 6.4
หอย	6.2 - 6.5
ไก่	6.6 - 6.6
นม	6.5 - 6.7

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร,2543 : 128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การแบ่งชนิดของอาหารตามลักษณะการถ่ายเทความร้อน

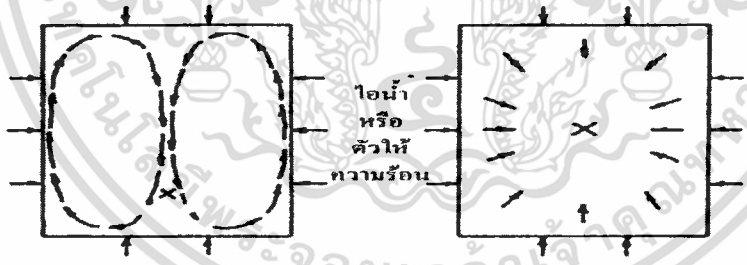
ลักษณะการถ่ายเทความร้อนในอาหารมีผลต่อการคำนวณเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ การถ่ายเทความร้อนเข้าไปในภาชนะบรรจุแบ่งได้ 3 วิธี คือ วิธีการพาความร้อน การนำความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน

การพาความร้อน หมายถึง การที่ความร้อนจะถูกพาเข้าไปในอาหารกระป๋องโดยโมเลกุลของตัวกลาง ที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

การนำความร้อน หมายถึง การส่งผ่านความร้อนจากโมเลกุลของตัวกลางโมเลกุลหนึ่ง ไปยังอีกโมเลกุลหนึ่ง ซึ่งวิธีนี้จะถ่ายเทความร้อนได้ช้ากว่าวิธีแรก

สำหรับการแผ่รังสีความร้อนนั้น จะเป็นการถ่ายเทพลังงานความร้อน เช่น แสง ฯลฯ

พลังงานความร้อนจะไหลไปในทิศทางเดียวกันจากส่วนที่ร้อนไปสู่ส่วนที่เย็นจนเกิดความสมดุล แต่ภายในภาชนะบรรจุจะเกิดจุดๆ หนึ่ง ที่ความร้อนจะเข้าถึงได้ช้าที่สุด (cold spot) ซึ่งจุดนี้จะเกิดขึ้นในตำแหน่งต่างๆ กันไป ขึ้นอยู่กับวิธีการส่งผ่านความร้อน สำหรับการถ่ายเทความร้อนภายในตัวอาหารเองนั้นจะเป็นแบบวิธีการพาความร้อน หรือวิธีการนำความร้อน หรือเกิดขึ้นทั้งสองแบบผสมกันขึ้นกับลักษณะทางกายภาพของอาหาร และลักษณะการบรรจุอาหารในภาชนะ



การส่งผ่านความร้อนแบบการพา การส่งผ่านความร้อนแบบการนำ

<u>ภาพที่ 1</u> ลักษณะการนำและการพาความร้อนในอาหารกระป๋อง
จุด X เป็นจุดที่ความร้อนเข้าถึงช้าที่สุด (cold spot)
ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2543 :129

มีการแบ่งชนิดของอาหารตามลักษณะการถ่ายเทความร้อนและลักษณะการบรรจุของอาหารกระป๋องไว้ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาอย่างรวดเร็วตลอดระยะเวลาการฆ่าเชื้อ เช่น น้ำผัก น้ำผลไม้ นม ผลไม้บรรจุในน้ำเชื่อม ผักบรรจุน้ำเกลือ เนื้อสัตว์บรรจุในน้ำเกลือ ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้ถ้ามีชิ้นใหญ่จะมีการพาความร้อนช้าลง
2) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพา แต่ช้ากว่าแบบแรก เช่น ผลิตภัณฑ์ผัก ผลไม้ หรือเนื้อสัตว์ที่บรรจุแน่นขึ้น ทำให้มีน้ำซึ่งเป็นตัวพาความร้อนลดลง
3) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนเปลี่ยนจากการพาความร้อนเป็นการนำความร้อนในระหว่างการฆ่าเชื้อ เช่น น้ำมะเขือเทศ ซุปบางชนิด หรืออาหารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบอยู่มาก
4) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำตลอด เช่น ผักที่บรรจุแน่นโดยที่ไม่มีของเหลว ครีมซุป ผลิตภัณฑ์ในซอสข้น แยม คอร์นบีฟและแซนวิชสเปรด เป็นต้น
5) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำแล้วเป็นการพาความร้อนในช่วงหลังของการให้ความร้อน พบได้ในอาหารที่มีการสลายของเจล เช่น พุดดิ้ง และน้ำมะเขือเทศบางชนิด

จากลักษณะของอาหาร เช่น ขนาดของชิ้นอาหาร ความหนืด จะมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนภายในอาหารแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องด้วย ได้แก่ รูปร่างและขนาดภาชนะบรรจุลักษณะการจัดเรียงชิ้นอาหาร วิธีการฆ่าเชื้อ เป็นต้น ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 2

<u>ภาพที่ 2</u> การถ่ายเทความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร,2543 : 129

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนในภาชนะบรรจุอาหาร

การศึกษาความร้อนที่ใช้เพื่อทำลายจุลินทรีย์ในอาหารที่บรรจุในภาชนะปิด จะต้องทราบลักษณะการแผ่กระจายของความร้อนในอาหารซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะ เพื่อให้สามารถคำนวณการใช้อุณหภูมิและเวลาฆ่าเชื้อได้ถูกต้องเหมาะสม โดยทั่วไปนั้นจะทำการศึกษาหาจุดใดจุดหนึ่งในภาชนะซึ่งเป็นส่วนที่ได้รับความร้อนน้อยที่สุด (clod spot or critical point) ถ้าให้ความร้อนกับจุดนี้ไม่เพียงพออาจทำให้จุลินทรีย์ยังคงมีชีวิตอยู่ต่อไปได้ ดังนั้นการใช้จุดที่ได้รับความร้อนน้อยที่สุดนี้เป็นหลักในการหาอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้โดยสมบูรณ์ จึงกล่าวได้ว่าจุดอื่นๆ ภายในภาชนะบรรจุอาหารก็จะได้รับความร้อนซึ่งเพียงพอต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์เช่นกัน การวัดหาจุดที่ได้รับความร้อนน้อยที่สุดนี้ขึ้นอยู่กับ ลักษณะการนำความร้อนของอาหาร การบรรจุ ภาชนะบรรจุ และลักษณะทางกายภาพของอาหารเอง

แบบการนำความร้อน แบบการพาความร้อน

ภาพที่ 3 การวัดจุดที่เย็นที่สุดในอาหารกระป๋องที่บรรจุอาหารแข็งและอาหารเหลว
ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร,2543 : 129

2.2.4 ความร้อนกับการทำลายจุลินทรีย์

การกำหนดเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง นอกจากจะต้องทราบลักษณะการถ่ายเทความร้อนภายในอาหารแล้ว จะต้องทราบความต้านทานต่อความร้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารด้วย ความต้านทานความร้อน (heat resistance) คือ ปริมาณความร้อนสูงสุดซึ่งคิดเป็นความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่เชื้อจุลินทรีย์จะสามารถทนมีชีวิตอยู่ได้

อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจะขึ้นกับจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการและอุณหภูมิของประเทศที่ผลิตภัณฑ์นั้นจะถูกส่งไปจำหน่าย อาหารแต่ละชนิดจึงมีค่า F_0 ไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่า F_0 ในผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด

ผลิตภัณฑ์อาหาร	ค่า F_0
ซุปมะเขือเทศ	3
ซุปข้าวโพด	5 - 6
ถั่วลันเตาในน้ำเกลือ	6 - 8
แกงเนื้อใส่ผัก	7 - 12
ข้าวโพดอ่อนในน้ำเกลือ	9
เนื้อในน้ำเกรวี	12 - 15
ไก่ทั้งชิ้นในน้ำเกลือ	15 - 18

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร,2543 : 135

กล่าวโดยสรุป การใช้ความร้อนในกระบวนการฆ่าเชื้อ (thermal process) คือการกำหนดเวลาและอุณหภูมิที่ใช้สำหรับฆ่าเชื้ออาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้รับความร้อนตามที่ได้คำนวณระดับของการสเทอริไลซ์ไว้ (degree of sterility) ซึ่งปลอดภัยต่อการบริโภค นอกจากนี้ยังช่วยรักษาคุณภาพอาหารจากการทำลายด้วยความร้อน โดยพยายามให้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดรักษาเนื้อสัมผัสไม่ให้นิ่มเละเนื่องจากการได้รับความร้อนมากเกินไป ลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ไม่ต้องการในอาหาร รวมทั้งลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการอีกด้วย

2.2.5 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหารบรรจุกระป๋อง (microorganisms associated with canned food)

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหารกระป๋องที่สำคัญ ได้แก่ แบคทีเรียที่สร้างสปอร์โดยเฉพาะกลุ่มที่อยู่ในดิน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. thermophilic facultative anaerobic spores

เป็นสปอร์ของแบคทีเรียที่สามารถเจริญ (หรือชอบเจริญ) ในที่อุณหภูมิสูงภายใต้สภาพกึ่งมีอากาศและไม่มีอากาศ ตัวอย่างของจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้แก่ *Bacillus stearothermophilus* ซึ่งสามารถเจริญในอาหารกระป๋องได้ โดยที่ปริมาณของสปอร์ชนิดนี้ที่มีอยู่ในดินจะมีความแตกต่างกันตามสภาพภูมิอากาศ และส่วนประกอบด้านแร่ธาตุที่มีอยู่ภายในดิน เช่น ปริมาณของแมงกานีส (Mn) แคลเซียม (Ca) และฟอสฟอรัส (P) ในดินที่มีแร่ธาตุดังกล่าวจะมีผลทำให้มีสปอร์ของแบคทีเรียชนิดนี้ค่อนข้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. termophilic and anaerobic spores

ได้แก่ สปอร์ของแบคทีเรีย *Clostridium thermosaccharolyticum* ซึ่งพบในดิน แต่พบในปริมาณที่น้อยกว่าแบคทีเรียในกลุ่มที่ 1 โดยสภาพที่เหมาะสม คือ สภาพที่ไม่มีอากาศ และอุณหภูมิสูง

3. mesophilic and anaerobic spores

พบในดินเช่นเดียวกันในสภาพที่ไม่มีอากาศ แต่ชอบเจริญในช่วงที่มีอุณหภูมิปานกลาง ตัวอย่างของจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Clostridium sporogenes* , *Cl. butyricum* , *Cl. pasteurianum* และ *Cl. botulinum* อย่างไรก็ตาม *Cl. botulinum* เป็นสาเหตุของโรค botulism ซึ่งทำให้ผู้บริโภคตายได้ ดังนั้นจึงใช้เป็นเชื้อที่ทดสอบประสิทธิภาพในการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อดังที่กล่าวมา แต่ต่อมาเชื้อ *Cl. sporogenes* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่เป็นโทษแก่ผู้บริโภคเหมือนกับ *Cl. botulinum* อีกทั้งสามารถทนความร้อนได้สูงกว่า *Cl. botulinum* จึงถูกนำมาใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อในอาหารกระป๋องด้วยความร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องปฏิบัติการตามสถานศึกษา (วราวุฒิ ครูส่ง, 2538 : 88 - 91)

2.2.6 ลักษณะผิดปกติและการเสียของอาหารกระป๋อง

ในขั้นตอนการผลิตต่างๆ ทั้งการบรรจุ ไล่อากาศ ปิดผนึก และการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจะมีผลต่อคุณลักษณะคุณภาพภายนอกของกระป๋อง รวมไปถึงอาจเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋องได้ การให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อในอาหารบรรจุกระป๋องต่างๆ จะไม่เท่ากัน บ้างก็ให้ความร้อนต่ำ เช่น นม น้ำผลไม้ บ้างก็ให้ความร้อนสูง เช่น ซุปกระป๋อง ผักกระป๋อง เป็นต้น

1. ลักษณะผิดปกติของกระป๋อง

ตามปกติที่ฝาและก้นของกระป๋องที่บรรจุอาหารแล้วจะแบนเว้าเล็กน้อย เพราะภายในเป็นสุญญากาศ แต่ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นภายในกระป๋องก๊าซจะดันให้กระป๋องเปลี่ยนรูปไป ซึ่งอาจมีรูปร่างได้หลายแบบ ดังนี้

1) flipper กระป๋องจะมีลักษณะผิดปกติ แต่เมื่อกระทบกับของแข็งแรงๆ ก้นหรือฝาจะบวมออกมา เมื่อใช้มือกดเบาๆ มันจะยุบกลับเข้าไปและมีลักษณะปกติหรือเมื่อนำไปไว้ ณ อุณหภูมิสูงฝากระป๋องจะบวมออกมา เมื่อใช้มือกด ยุบและกลับบวมมีเสียงฟุบฟีบ แต่เมื่อทิ้งไว้ให้อุณหภูมิเย็นลงกระป๋องจะมีลักษณะปกติ

2) springer กระป๋องจะบวมเพียงด้านเดียวหรือทั้งสองด้าน แต่เมื่อใช้มือกดด้านที่บวมจะยุบลง แล้วด้านตรงข้ามจะบวมหรือยุบลงสู่ลักษณะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) soft swell กระป๋องจะบวมทั้งสองด้าน แต่เมื่อใช้มือกดจะยุบลง เพราะแก๊สที่เกิดขึ้นมีปริมาณน้อย แต่จะกลับบวมขึ้นมาอีก

4) hard swell กระป๋องจะมีลักษณะบวมมากทั้ง 2 ด้าน และเมื่อใช้มือกดก็จะไม่ยุบเป็นปกติ เพราะภายในกระป๋องมีแก๊สเกิดขึ้นในปริมาณสูง

5) brust ตะเข็บกระป๋องแตก เพราะภายในมีแก๊สอยู่ปริมาณค่อนข้างมากแก๊สจึงดันตะเข็บกระป๋องแตก

6) breather กระป๋องมีรูรั่วเพียงเล็กน้อยอากาศสามารถผ่านเข้าออกได้ แต่ไม่จำเป็นว่าจุลินทรีย์จะผ่านเข้าออกได้

7) panelling ด้านข้างของกระป๋องยุบเข้า เนื่องจากภายในกระป๋องเกิดสุญญากาศสูงเกินไป

สำหรับภาชนะบรรจุที่เป็นแก้ว เราสามารถสังเกตการเสียของอาหารได้จากภายนอก เช่น การเกิดฟองอากาศ อาหารขุ่น เป็นต้น (มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2538 : 70 - 71)

2. การเสียแบบต่างๆ ของอาหารกระป๋อง

มัทนา แสงจินดาวงษ์ (2538 : 75 - 76) กล่าวถึง การเสียของอาหารกระป๋องไว้ว่า โดยทั่วไปมีสาเหตุใหญ่อยู่ 3 ประการ คือ

2.1 การเสียเนื่องจากปฏิกิริยาเคมี (chemical spoilage) มีสาเหตุและลักษณะดังนี้ คือ

2.1.1 hydrogen swell มีสาเหตุมาจากการอาบดีบุกหรือเคลือบดีบุกไม่ดี เมื่อนำอาหารที่มีความเป็นกรดสูงไปบรรจุกรดในอาหารจะไปทำปฏิกิริยากับโลหะ ณ จุดนั้น ทำให้เกิดแก๊สไฮโดรเจนขึ้นภายในกระป๋อง เมื่อมีปริมาณมากก็จะทำให้กระป๋องบวม

2.1.2 nitrite swell มีสาเหตุมาจากการผสมดินประสิวลงไปในเนื้อมากเกินไปหรือผสมกันอย่างไม่สมบูรณ์ ทำให้มีไนเตรทหลงเหลืออยู่มากและเมื่อรวมกับออกซิเจนใน head space จะกลายเป็นแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2) ทำให้กระป๋องบวม

2.1.3 detinning มีสาเหตุมาจากอาหารที่บรรจุอยู่ในกระป๋องมีกรดออกซาลิก (oxalic acid) อยู่มาก ทำให้ดีบุกที่เคลือบไว้หลุดลอกออกมา

2.1.4 discoloration มีสาเหตุมาจากอาหารที่บรรจุอยู่ภายในมีสารกำมะถันประกอบอยู่สูง เช่น เนื้อปู เป็นต้น สารกำมะถันจะไปทำปฏิกิริยากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะของกระป๋องเกิดเป็นเหล็กซัลไฟด์ (FeS) ละลายน้ำแล้วแทรกซึมเข้าไปในเนื้ออาหารทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีสีดำ

2.1.5 การเกิดสนิม (rusting) มักจะเกิดในส่วนของ head space เนื่องจากออกซิเจนไปทำปฏิกิริยากับโลหะของกระป๋อง เกิดสนิมของโลหะออกไซด์

2.2 การเสียเนื่องจากปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ (physical spolage) มีสาเหตุดังนี้ คือ

2.2.1 overfilling การบรรจุอาหารมากเกินไปทำให้เกิดกระป๋องบวมชนิด soft swell หรือ springer เป็นผลทำให้ภายในกระป๋องเกิดสภาพมีสุญญากาศและช่องว่างที่ head space ไม่ได้มาตรฐาน

2.2.2 poor exhaust การไล่อากาศออกจาก head space ไม่หมดทำให้เกิดกระป๋องบวมชนิด flipper เมื่อนำอาหารไปเก็บไว้ ณ อุณหภูมิสูงหรือโกดังเก็บมีอุณหภูมิสูงขึ้นจึงเกิดการบวมดังกล่าว

2.2.3 “carbon dioxide” swells การที่ภายในกระป๋องมีสภาพสุญญากาศน้อยทำให้เกิดปฏิกิริยาที่เรียกว่า browning reaction ระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโน (amino acid) เมื่อโกดังเก็บมีอุณหภูมิสูงขึ้นผลของปฏิกิริยาทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้กระป๋องบวม ผลิตภัณฑ์มีสีเข้ม ไม่น่ารับประทาน

2.2.4 glass - like deposits การ cooling ไม่ดีหลังจากให้ความร้อนแล้วไม่ทำให้เย็นทันที ทำให้เกิดผลึกคล้ายแก้วโดยเฉพาะปูกระป๋อง ผลึกเหล่านี้ไม่มีโทษ เกิดจากสารประกอบตามธรรมชาติของอาหาร การควบคุมกระบวนการผลิตบางครั้งก็ทำได้ยากและไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นการแก้ไขอาจใช้สารพวก chelating agents แต่ต้องเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด อาหารกระป๋องที่เสียเนื่องจากปฏิกิริยาทางฟิสิกส์สามารถนำมาบริโภคได้ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ แต่ลักษณะของอาหารที่ปรากฏให้เห็นจะมีลักษณะผิดปกติ เช่น ปลาในซอสมะเขือเทศจะเห็นว่าเนื้อปลายังปกติแต่ซอสมีสีแดงคล้ำลงหรือปลาในซอสมัสตาด จะเห็นว่าซอสมัสตาดมีสีน้ำตาลคล้ำแต่เนื้อปลาปกติเป็นต้น

การเสียของอาหารกระป๋องจากข้อ 2.1 และ 2.2 บางครั้งเราเรียกว่า non - microbial spoilage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ (microbial spoilage) เกิดจากสาเหตุดังนี้ คือ

- pre-processing หรือ incippient spoilage อาหารเสียก่อนที่จะนำเข้า retort อาจจะมีสาเหตุมาจากจุลินทรีย์หรือเอนไซม์ในอาหารก็ได้ การเสียชนิดนี้กระป๋องจะมีลักษณะปกติแต่เนื้ออาหารด้านในมีลักษณะผิดปกติ การตรวจทางจุลินทรีย์ทำได้โดยให้ใช้วิธีดูเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า direct smear

- gross-underprocessing อาหารเสียเนื่องจากลืมเอาเข้า retort แต่ปัจจุบันนี้ไม่ค่อยมีปัญหาเพราะได้มีการติดกาวเทปเอาไว้ เมื่อโดนความร้อนกาวเทปก็จะเปลี่ยนสีทำให้ไม่หลงลืมว่าส่วนใด หรือ Lot ใดที่ยังไม่ได้นำเข้า retoet

- under-processing อาหารเสียเนื่องจากความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ

- post-processing หรือ leakage อาหารเสียเนื่องจากกระป๋องรั่ว ทำให้จุลินทรีย์ภายนอกปนเปื้อนเข้าไปได้ (มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2538 : 60 - 62)

2.3.1 สาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋องเนื่องจากจุลินทรีย์ (causes of microbial spoilage in canned food)

การเสียของอาหารบรรจุกระป๋องเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์อาจแบ่งได้เป็นแบบต่างๆ ได้แก่ แบบที่มีสาเหตุจากเทอร์โมฟายล์ และแบบที่มีสาเหตุจากมีโซฟายล์และยังอาจจำแนกชนิดของการเสียโดยการใช้ผลผลิตที่เกิดจากการเสีย เช่น พิวทริแฟ็กชัน การผลิตกรด การเกิดก๊าซ เป็นต้น นอกจากนี้ยังจำแนกชนิดของการเสียโดยใช้ชนิดของอาหารเป็นหลัก พอจะแบ่งออกได้ดังนี้

1) underprocessing

ถ้าอาหารกระป๋องมีปริมาณของสปอร์อยู่มากและภายหลังจากที่อาหารถูกนำไปผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปรากฏว่ายังมีสปอร์เหลืออยู่ในกรณีนี้เราเรียกว่า กระบวนการให้ความร้อนที่ไม่เพียงพอจะทำลายสปอร์ทั้งหมดว่า underprocessed ทั้งนี้สำหรับสาเหตุที่มีสปอร์อยู่มากในอาหาร พอจะกล่าวสรุปได้ดังนี้

1.1 การสะสมของสปอร์บนเครื่องมือที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการผลิต ในกรณีนี้ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ในกลุ่ม facultative ทั้งนี้เพราะสภาพแวดล้อมของโรงงานไม่เอื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำนวยต่อการเจริญของแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ในกลุ่ม anaerobes

1.2 ส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตอาหาร เช่น น้ำตาล แป้ง และเครื่องเทศ เป็นต้น ส่วนประกอบดังกล่าวอาจเป็นแหล่งของแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ทั้งในกลุ่ม anaerobes และ facultative

1.3 ช่วงการล้างวัตถุดิบ ถ้าล้างดินที่ติดมากับวัตถุดิบออกไม่หมดก็มีโอกาสสูงที่จะมีการปนเปื้อนของสปอร์ที่ติดมากับดิน

1.4 ผลกระทบต่างๆ จากข้อ 1 ถึงข้อ 3 รวมกัน

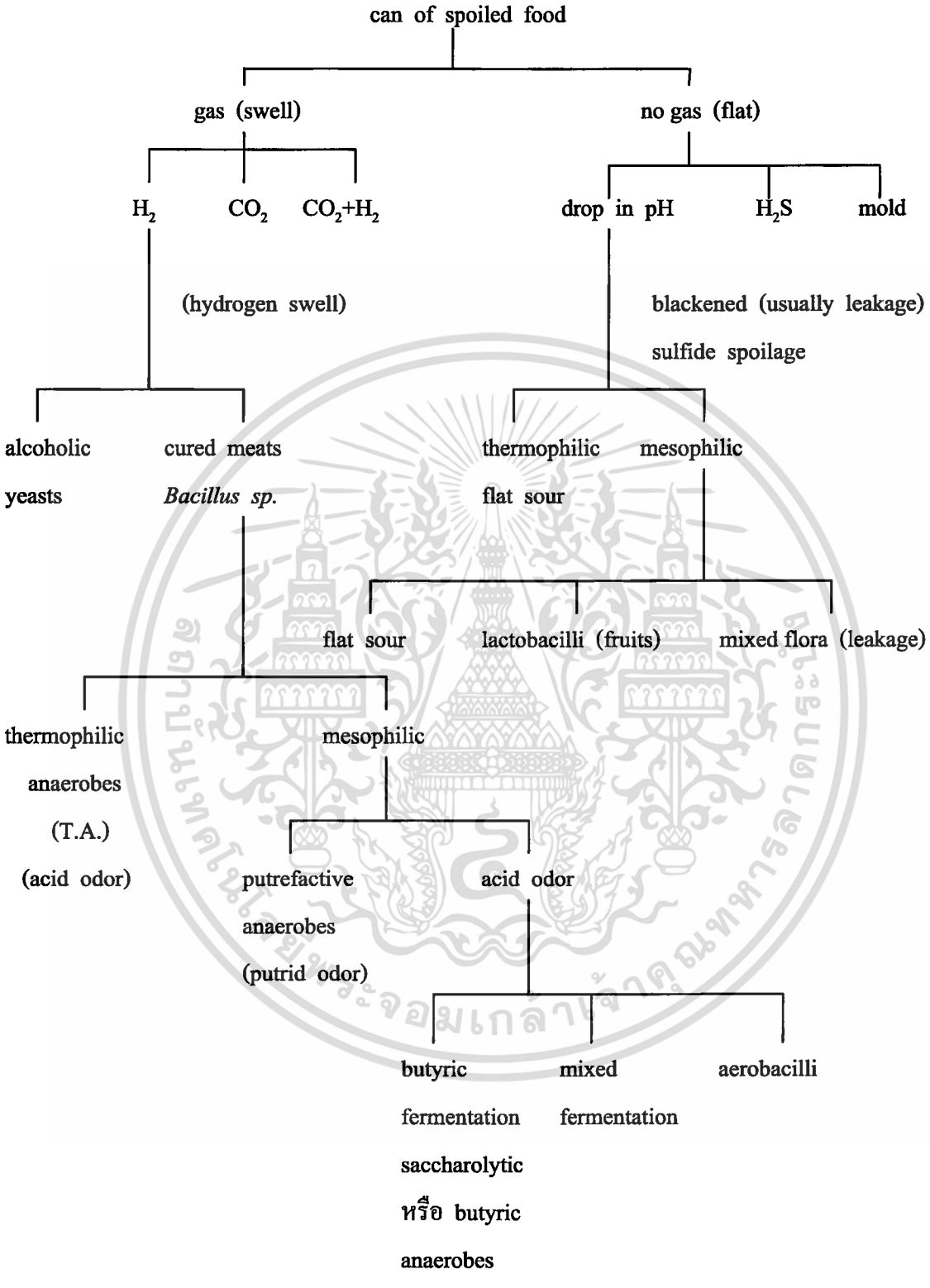
1.5 ประสิทธิภาพของ retort ในบางครั้งอาจเกิดข้อผิดพลาดเกี่ยวกับความถูกต้องของส่วนประกอบของ retort เช่น เทอร์โมมิเตอร์ เกย์วัดความดัน เป็นต้น ซึ่งจะก่อให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้

2) รอยรั่วตามรอยตะเข็บ (leakage through seams)

แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์อาจผ่านเข้าไปในกระป๋องได้ตามรอยตะเข็บของกระป๋องในช่วงการทำให้เย็นภายหลังกระบวนการให้ความร้อนได้ ดังนั้นถ้ามีการตรวจพบแบคทีเรียที่มีรูปร่างกลม (cocci) หรือรูปร่างเป็นท่อนและไม่สร้างสปอร์ (nonsporeforming rods) ในอาหารกระป๋องที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแล้ว นั่นแสดงว่าอาหารกระป๋องนั้นเกิดการปนเปื้อนขึ้นภายหลังกระบวนการให้ความร้อนแล้ว (วราวุฒิ ครูส่ง, 2538 : 95 - 96)

มัทนา แสงจินดาวงษ์ (2538 : 72) ได้สรุปสาเหตุต่างๆ ของการเสื่อมเสียของอาหารบรรจุกระป๋องไว้ในรูปของแผนภูมิ ซึ่งมีรายละเอียดดังภาพที่ 4 ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพที่ 4</u> แผนภูมิแสดงลักษณะการเสียของอาหารกระป๋อง

ที่มา : มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2538 : 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 จุลินทรีย์ที่สำคัญและเป็นสาเหตุทำให้อาหารกระป๋องเสีย แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ

1) พวกชอบอุณหภูมิสูง (thermophiles)

แบคทีเรียชนิดนี้จะเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 55 ° C มักปนเปื้อนมาจากส่วนประกอบของอาหาร เช่น แป้งและน้ำตาล เป็นต้น การที่อาหารกระป๋องเสียเพราะแบคทีเรียพวกนี้ก็เนื่องมาจาก การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอหรือหลังจากให้ความร้อนแล้วไม่ได้ทำให้อาหารกระป๋องเย็นทันทีสปอร์ของแบคทีเรียมีโอกาสงอกและเจริญได้เราสามารถแบ่งแบคทีเรียพวกชอบอุณหภูมิสูงที่ทำให้อาหารกระป๋องเสียออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

-การเสียแบบแฟลตซาวร์ การเสียแบบนี้ได้ชื่อมาจากลักษณะกระป๋องที่เสีย คือ กระป๋องยังคงมีลักษณะแบนเหมือนกระป๋องปกติในขณะที่อาหารภายในมีรสเปรี้ยว เนื่องจากการผลิตกรดแลกติคของแบคทีเรีย ดังนั้นการเสียแบบนี้จึงไม่สามารถสังเกตจากลักษณะของกระป๋องได้แต่ต้องเปิดกระป๋องนำมาเพาะเชื้อจึงทราบ การเสียแบบนี้จะเกิดในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ เช่น ข้าวโพดถั่วกระป๋อง โดยมีสาเหตุมาจาก bacillus ชนิดต่างๆ เช่น *B. coagulansn* ทำให้น้ำมะเขือเทศกระป๋องเสียโดยทั่วไปมี bacillus หลายชนิดผลิตกรดโดยไม่ให้ก๊าซในอาหาร ซึ่งมีทั้งมีโซฟายล์ ฟาคัลเททีฟเทอร์โมฟายล์หรือออปลิเกตเทอร์โมฟายล์ แต่สปอร์ของมีโซฟายล์จะถูกทำลายเพราะไม่ค่อยทนความร้อน จึงมักไม่ใช่สาเหตุของการเสียแบบแฟลตซาวร์ ส่วนสปอร์ของเทอร์โมฟายล์จะทนความร้อนได้ดีจึงมักเป็นสาเหตุของการเสียแบบแฟลตซาวร์สำหรับออปลิเกตเทอร์โมฟายล์ เช่น *B. stearothermophilus* และ *B. pepo* ซึ่งทนความร้อนได้ดีแต่เจริญในอาหารไม่ได้ถ้าไม่เก็บอาหารไว้ในที่อุณหภูมิสูงหรือทำให้อาหารเย็นช้าเกินไปในขณะที่ฟาคัลเททีฟเทอร์โมฟายล์เจริญได้ในอุณหภูมิทั่วไป แฟลตซาวร์แบคทีเรียมักจะปนเปื้อนกับเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ เช่น เครื่องลวกและส่วนผสมของอาหาร ได้แก่ น้ำตาล แป้ง เป็นต้น

-การเสียแบบทีเอ แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุการเสียแบบนี้มีชื่อว่า T.A. ซึ่งมาจากคำว่า “thermophilic anaerobe not producing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

hydrogen sulfide" หรือหมายถึง *Clostridium thermosaccharolyticum* ซึ่งเป็นพวกออปลิเกตเทอร์โมฟายล์ สร้างสปอร์และไม่ต้องการออกซิเจน ย่อยน้ำตาลในอาหารที่เป็นกรดต่ำและปานกลางแล้วให้กรดกับก๊าซ ก๊าซที่เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนทำให้อาหารกระป๋องที่เก็บไว้ในอุณหภูมิสูง เป็นเวลานานเกิดการบวมจนอาจถึงขั้นระเบิดได้ อาหารที่เสียมีรสเปรี้ยว แบคทีเรียชนิดนี้เจริญในอาหารเหลว เช่น thioglycollate broth ที่อุณหภูมิ 55 °C ได้ดีและมีแหล่งที่มาเช่นเดียวกับแฟลตซาวร์แบคทีเรีย

-การเสียแบบเกิดซัลไฟต์ การเสียแบบนี้มีสาเหตุจาก *Clostridium nigrificans* ซึ่งทนความร้อนได้น้อยกว่า 2 พวกแรก เราจึงไม่พบในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ แต่พบในอาหารกระป๋องที่ลืมนำเข้าฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิสูง การเสียแบบนี้สังเกตได้จากการเกิดสีดำของเฟอรัสซัลไฟต์ซึ่งเป็นผลของการทำปฏิกิริยากันระหว่างไฮโดรเจนซัลไฟต์กับธาตุเหล็กและมีกลิ่นเหม็นแบคทีเรียนี้มีแหล่งที่มาเช่นเดียวกับ 2 แบบแรก

2) พวกชอบอุณหภูมิปานกลาง (mesophiles)

แบคทีเรียชนิดนี้จะเจริญที่อุณหภูมิ 30 - 35 °C สกุลที่สำคัญซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ประมงบรรจุกระป๋องเสียมี 2 สกุล คือ bacillus และ clostridium การเสียเนื่องจากมีโซฟายล์นั้นเป็นผลมาจากการให้ความร้อนที่ไม่เพียงพอและเนื่องจากอาหารได้รับความร้อนต่ำจึงอาจมีแบคทีเรียบางชนิดที่ไม่สร้างสปอร์หรือแม้แต่ยีสต์และรายังคงมีชีวิตอยู่ได้

clostridium ที่เป็นสาเหตุของการเสีย ได้แก่ *Cl. butyricum* และ *Cl. pasteurianum* ซึ่งสลายน้ำตาลในอาหารที่เป็นกรดและกรดปานกลางแล้วให้กรดบิวทิวทิริก และทำให้กระป๋องบวมเนื่องจากการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน สำหรับ clostridium ชนิดอื่นๆ ได้แก่ *Cl. sporogenes, Cl. putrefaciens และ Cl. botulinum* เป็นพวกที่ย่อยโปรตีนได้หรือพวกพิวทริแฟ็กทีฟ ซึ่งย่อยโปรตีนแล้วให้สารประกอบที่มีกลิ่นเหม็น เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟต์ เมอแคปแทน แอมโมเนีย และ อื่นๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว พิวทริแฟ็กทีฟแอนแอโรบซึ่งเจริญได้ดีในอาหารที่เป็นกรดต่ำ เช่น ถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวโพด เนื้อสัตว์ ปลา เป็นต้น จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนออกมาด้วยกระป๋องจึงบวม สปอร์ของพวกพิวทริริกแฟ็กทีฟแอนแอโรบ ทนความร้อนได้สูง ดังนั้นการเสียของอาหารกระป๋องที่ได้รับความร้อนที่ฆ่าเชื้อต่ำการเสียจึงมัก เป็นแบบแฟลตซาวร์ ทีเอ และฟิวทริแฟ็กชั่น

เนื่องจากสปอร์ของ Clostridium ชนิดที่ให้กรดบิวทิริกค่อนข้างทนความร้อนได้น้อยกว่าพวกอื่นๆ จึงมักเป็นสาเหตุให้เกิดการเสียในอาหารกระป๋องที่ได้รับความร้อนไม่เกิน 100 °C ซึ่งจะใช้ฆ่าเชื้อในอาหารที่เป็นกรดหรืออาหารกระป๋องที่ผลิตในครัวเรือนเท่านั้น จึงพบเสมอว่าสับปะรดกระป๋อง มะเขือเทศกระป๋อง มักเสียเนื่องจาก *Cl. pasteurianum* เป็นสาเหตุ

bacillus ที่เป็นสาเหตุของการเสียจะมีสปอร์ที่ถูกทำลายในอุณหภูมิไม่เกิน 100 °C ในระยะเวลาสั้น มีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่ยังคงทนอยู่ได้หลังจากการให้ความร้อนด้วยไอน้ำเดือดและสปอร์ที่ยังมีชีวิตอยู่ไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นสาเหตุของการเสียเสมอไป เพราะสภาพแวดล้อมอาจไม่เหมาะสมต่อการงอกหรือเจริญ เช่น บางชนิดต้องการออกซิเจนดังนั้นจึงไม่เจริญในภาชนะบรรจุที่ไล่อากาศออกได้หมดหรืออาหารที่มีความเป็นกรดสูง ในอาหารที่เป็นกรดต่ำบรรจุกระป๋องที่ผลิตในครัวเรือนและผ่านความร้อน 100 °C มาแล้ว เคยพบว่า *B. subtilis, B. mesentericus* และสปีชีส์อื่นๆ เจริญอยู่ได้ อาหารกระป๋องที่ผลิตจำหน่ายก็เคยพบว่าเสียเนื่องจาก Bacillus ชนิดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารกระป๋องที่ไล่อากาศออกไม่หมด อาหารที่เสียแบบนี้มักเป็นอาหารทะเล เนื้อสัตว์ และนมระเหยน้ำ เคยมีรายงานว่า *B. polymyxa* และ *B. macerans* เป็นสาเหตุการเสียของถั่วกระป๋อง หน่อไม้ฝรั่ง และมะเขือเทศ แต่ยังเป็นที่สงสัยกันว่าแบคทีเรียรอดจากการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนได้อย่างไรหรืออาจเข้าไปทางรูรั่วของภาชนะบรรจุก็ได้ เพราะสปอร์ของแบคทีเรียเหล่านี้จะทนความร้อนได้ใกล้เคียงกับสปอร์ของ *Cl. pasteurianum*

ถ้าพบว่ามีแบคทีเรียชนิดที่ไม่สร้างสปอร์อยู่ในอาหารกระป๋องที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแล้วแสดงว่าอาหารนั้นได้รับความร้อนต่ำหรือมีการปนเปื้อนทางรูรั่วของภาชนะบรรจุ เซลล์ของแบคทีเรียบางชนิดจะทนต่อความร้อนได้ค่อนข้างดี จึงอาจยังคงมีชีวิตอยู่หลังผ่านการพาสเจอไรส์ได้ แบคทีเรียเหล่านี้ได้แก่ Enterococci, *Streptococcus, Thermophilus*, Micrococcus, Lactobacillus และ Microbacterium มีผู้เคยพบ Leuconostoc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญในผลิตภัณฑ์มะเขือเทศและผลไม้อื่นๆ ที่ได้รับความร้อนไม่เพียงพอ และผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากพอที่จะทำให้กระป๋องบวมได้ นอกจากนี้ยังพบ *S. faecalis* หรือ *S. feacium* ในแฮมกระป๋องซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อมาเพียงบางส่วนเท่านั้นและทำให้แฮมเสียได้เมื่อเก็บไว้เป็นเวลานาน

อย่างไรก็ตามการพบแบคทีเรียชนิดไม่สร้างสปอร์ในอาหารกระป๋องมักแสดงว่าภาชนะบรรจุเกิดการรั่ว ชนิดของแบคทีเรียที่พบมักเป็นชนิดเดียวกับที่พบในน้ำที่ใช้ทำให้กระป๋องเย็นหลังการให้ความร้อน ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ทำให้กระป๋องบวมเนื่องจากการผลิตก๊าซ ในบางครั้งจะพบแบคทีเรียชนิดที่สร้างสปอร์รวมอยู่ด้วยและยังพบแบคทีเรียชนิดไม่ผลิตก๊าซซึ่งอาจเจริญไปพร้อมๆ กับพวกผลิตก๊าซหรือเจริญอยู่เพียงชนิดเดียวก็ได้ แบคทีเรียชนิดไม่สร้างสปอร์และไม่ผลิตก๊าซได้แก่ *Pseudomonas, Alcaligenes, Flavobacterium* และ *Proteus*

นอกจากแบคทีเรียที่ทำให้อาหารบรรจุกระป๋องเสียแล้ว ยีสต์และรา ก็สามารถทำให้อาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดสูง (pH < 4.6) เสียได้เหมือนกันแต่ยังไม่พบรายงานว่าผลิตภัณฑ์ประมงบรรจุกระป๋องเสียอันเนื่องมาจากยีสต์และรา อาจจะเป็นเพราะว่า pH ของผลิตภัณฑ์ประมงบรรจุกระป๋องไม่เหมาะสมต่อการเจริญของยีสต์และราก็เป็นได้

- *การเสียที่มียีสต์เป็นสาเหตุ*

ยีสต์จะถูกทำลายได้ง่ายโดยการพาสเจอไรส์ ดังนั้นจึงมักพบ ยีสต์ในอาหารกระป๋องที่ลืมนำเข้ากระบวนการให้ความร้อนหรือเกิดรูรั่ว บางครั้งจะพบว่าผลไม้กระป๋อง แยมเยลลี่ น้ำผลไม้ต่างๆ น้ำหวาน และนมข้นหวานเสียโดยเฟอร์เมนเททีฟยีสต์ทำให้กระป๋องบวมเพราะการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้ยังพบการเจริญของฟิล์มยีสต์บนผิวหน้าของเยลลี่ อาหารหมักดองต่างๆ ซึ่งแสดงว่ามีการปนเปื้อนขึ้นภายหลังการให้ความร้อนหรือให้ความร้อนไม่เพียงพอหรือไล่อากาศออกจากกระป๋องได้ไม่หมด

- *การเสียที่มีราเป็นสาเหตุ*

รา มักเป็นสาเหตุให้อาหารกระป๋องที่ผลิตขึ้นในครัวเรือนเสียมากที่สุด สาเหตุเกิดจากราเข้าทางรูรั่วของภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจุ ราเจริญได้ในแยม เยลลี่ มามาเลตและอาหารอื่นๆ ได้ แม้ว่าอาหารเหล่านี้จะมีน้ำตาลเข้มข้นถึงร้อยละ 70 และมีความเป็นกรดสูงก็ตาม เคยมีผู้แนะนำว่าถ้าทำแยมมีน้ำตาลเข้มข้นร้อยละ 70 - 72 และมีกรดร้อยละ 0.8 - 1.0 จะสามารถหลีกเลี่ยงการเสียเนื่องจากราได้ aspergillus และ penicillium ชนิดที่พบในเยลลี่และน้ำผลไม้เข้มข้นจะสามารถเจริญในอาหารที่มีน้ำตาลเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 67.5 ได้ การทำให้อาหารเป็นกรดโดยมี pH เท่ากับ 3 จะช่วยป้องกันการเจริญของราชนิดนี้ได้และถ้าให้อาหารได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 90 $^{\circ}$C นาน 1 นาที ก็จะทำลายราได้หมด ราบางชนิดทนความร้อนได้ดีพอสมควร เช่น พวกที่สร้างสเคอโรเทียมและ *Byssochlamys fulva* (ราที่ย่อยสลายเพคทิน) มีแอสโคสปอร์ที่ทนความร้อนได้จึงอาจเป็นสาเหตุให้น้ำผลไม้บรรจุกระป๋องเสีย

การเสียของอาหารกระป๋องอันเนื่องจากจุลินทรีย์กระป๋องอาจมีลักษณะบวมหรือไม่บวมก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำให้กระป๋องนั้นเสียนอกจากนี้แล้วส่วนประกอบของอาหารก็ต้องทราบส่วนประกอบหรืออาหารที่ทำการผลิตนั้นมีความเป็นกรดด่าง (pH) เท่าใด เพื่อจะได้ใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อให้ถูกต้องและในทำนองเดียวกันถ้าอาหารนั้นเสียผู้ตรวจสอบก็จำเป็นต้องทราบว่าอาหารกระป๋องที่เสียนั้นมีความเป็นกรดด่างเท่าใด เพื่อเป็นข้อมูลว่าอาหารกระป๋องนั้นเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ประเภทไหน

ในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำมักจะเกิดการเสียแบบแฟลตซาวร์และแบบพิวทริแฟ็กชั่นอาหารที่มีความเป็นกรดปานกลางมักจะเสียแบบทีเอ อาหารที่มีความเป็นกรดมักเสียเนื่องจากมีการเจริญของแฟลตซาวร์แบคทีเรียพวก *Bacillus coagulans* และ clostridium ชนิดย่อยน้ำตาลได้ ส่วนอาหารที่มีความเป็นกรดสูงนั้นโดยทั่วไปแล้วมักจะไม่เสียเนื่องจากการเจริญของจุลินทรีย์ แต่เกิดการบวมเนื่องจากกรดในอาหารทำปฏิกิริยากับกระป๋อง (สุมาลี เหลืองสกุล, 2535 : 186 - 189)

2.3.3 การเสียของอาหาร low acid canned food (LACF) มีสาเหตุสำคัญ 4 ข้อดังนี้

1. อาหารเสียก่อนผ่านความร้อน อาหารกระป๋องเมื่อบรรจุแล้วไม่นำไปผ่านความร้อนทันทีซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการผลิตอาหารชนิดนั้นต้องใช้เวลานานในการบรรจุหรือมีเครื่องฆ่าเชื้อไม่เพียงพอต้องวางอาหารที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจุแล้วไว้ที่อุณหภูมิห้องนานเกินไปก่อนที่จะนำไปฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหาร จุลินทรีย์จะใช้เวลาในช่วงนั้นเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว และย่อยสลายสารอาหารทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพและเสีย อาหารจะมีกลิ่น รสเปลี่ยนไป หลังจากที่อาหารเสียแล้วเมื่อนำไปฆ่าเชื้อก็เพียงแต่ทำลายแบคทีเรียเท่านั้น แต่ความเป็นจริงแล้วอาหารได้เสื่อมคุณภาพก่อนที่จะผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

2. อาหารมีการปนเปื้อนแบคทีเรียหลังจากผ่านความร้อนแล้ว

อาหารที่มีการปนเปื้อนแบคทีเรียเกิดขึ้นหลังจากที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วนั้น เนื่องมาจากกระป๋องรั่วและสาเหตุของกระป๋องรั่วอาจเกิดจากกระป๋องมีลักษณะผิดปกติ มีรูรั่ว ปิดผนึกฝากระป๋องไม่แน่นสนิท ตะเข็บกระป๋องมีรอยรั่วหรือตะเข็บแตกหรือตัวกระป๋องมีรูเล็กๆ เกิดจากการขนส่งไม่ดีและน้ำที่ใช้ในการทำให้กระป๋องเย็นนั้นมีแบคทีเรียอยู่เป็นจำนวนมาก ในการวิเคราะห์คุณภาพอาหารกระป๋องถ้าพบว่าในอาหารกระป๋องมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่มากมายหลายชนิดทั้งรูปกลมและรูปแท่ง พอจะสรุปได้ว่าการเสียของอาหารกระป๋องนั้นมีสาเหตุมาจากกระป๋องรั่ว

3. อาหารผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ ถ้าพบว่ามีแบคทีเรียชนิดสร้างสปอร์ได้ที่อุณหภูมิ 35 $^{\circ}$C กระป๋องในสภาพปกติ ตะเข็บกระป๋องไม่มีรอยรั่ว อธิบายได้ว่าอาหารกระป๋องเสียเนื่องจากการใช้ความร้อนในกระบวนการผลิตนั้นไม่เพียงพอ ซึ่งอาจเกิดจากวัตถุดิบมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่มากเกินไปหรือปล่อยให้อาหารที่บรรจุแล้วรอก่อนเข้าเครื่องฆ่าเชื้อไว้นานเกินไปจนกระทั่งจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในวัตถุดิบนั้นมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น การทำงานของเครื่องฆ่าเชื้อผิดปกติ เช่น เครื่องบันทึกอุณหภูมิและฆ่าเชื้อไม่ถูกต้องตามความเป็นจริงทำให้อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ ในบางครั้งมีการเปลี่ยนแปลงสูตรอาหารใหม่โดยที่ยังไม่ได้ทดลองและคำนวณค่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปใหม่นั่นคือ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้สำหรับฆ่าเชื้อนั้นอาจไม่เพียงพอก็ได้ อาหารที่ผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอนับว่าเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องตรวจสอบให้ถูกต้องเนื่องจากอาจเกิดอันตรายจาก *Clostridium botulinum* ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อาหารมีการเจริญของ thermophile โดยทั่วไปแบคทีเรียชนิดสร้างสปอร์และเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงจะมีสปอร์ที่ทนความร้อนได้ดีดังนั้นสปอร์ของ thermophile ที่ทนความร้อนได้ดีกว่าสปอร์ของ mesophile

จากคุณสมบัติของสปอร์ thermophile ที่ทนความร้อนได้ดีกว่าสปอร์ของ mesophile จึงมักพบว่าอาหารกระป๋องที่ผ่านความร้อนในระดับที่ทำลายสปอร์ของ mesophile นั้นยังคงมีสปอร์ของแบคทีเรียชนิดชอบความร้อนเหลืออยู่จึงทำให้อาหารเกิดการเสียจากแบคทีเรียชนิดดังกล่าวได้ ผู้ประกอบการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารควรควบคุมให้ขั้นตอนการทำให้กระป๋องเย็นภายในเวลาอันสั้นไม่ควรให้กระป๋องอยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงนานเกินไป ซึ่งถ้าอาหารกระป๋องมีอุณหภูมิสูงจะเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียชนิดชอบร้อนได้และเป็นสาเหตุการเสียของอาหารกระป๋องในที่สุดและควรเก็บอาหารไว้ที่อุณหภูมิที่แบคทีเรียชนิดชอบร้อนไม่สามารถเจริญได้

เนื่องจากกระบวนการแปรรูปอาหารกระป๋องไม่สามารถทำลายสปอร์ของแบคทีเรียที่ทนความร้อนได้ ผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจาก thermophlie ให้มากที่สุด กล่าวคือ ควรเลือกใช้ส่วนผสมต่างๆ เช่น น้ำตาล แป้ง และเครื่องเทศที่มีคุณภาพดีไม่ควรมีแบคทีเรียชนิดทนความร้อนปนเปื้อนอยู่ด้วย หลังจากผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อแล้วควรแช่น้ำให้กระป๋องเย็นลงทันทีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 41 $^{\circ}$C นอกจากนี้ควรเก็บอาหารกระป๋องไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 35 $^{\circ}$C ด้วย

2.3.4 ปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้อาหารกระป๋องเสีย

ปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้อาหารกระป๋องเสียมีดังนี้

1. วัตถุดิบ จุลินทรีย์ที่ติดมากับวัตถุดิบอาจมาจากดิน น้ำ อากาศ คนและสัตว์
2. เครื่องปรุง เครื่องปรุงที่ใช้มักเป็นสื่อนำจุลินทรีย์หลายชนิดมาสู่อาหาร เช่น แป้ง น้ำตาล และเครื่องเทศ เป็นต้น
3. อุปกรณ์ในโรงงานอุปกรณ์ในโรงงานมักเป็นแหล่งของจุลินทรีย์จำพวก flat sour ชนิด thermophile
4. กระป๋อง ควรล้างและทำให้แห้งก่อนนำไปบรรจุอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. น้ำที่ใช้ในการทำให้เย็น (cooling) จุลินทรีย์จากแหล่งน้ำอาจปนเปื้อนเข้าไปได้ถ้ากระป๋องรั่ว (มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2538 : 63 - 66)

2.3.5 การป้องกันการเสียในการผลิตอาหารกระป๋อง

มัทนา แสงจินดาวงษ์ (2538 : 70 - 71) ได้บอกวิธีการป้องกันการเสียในการผลิตอาหารกระป๋องไว้ดังนี้

1. ควรใช้วัตถุดิบที่สด
2. ควรทำการผลิตทันทีหลังจากการเตรียมอาหารเสร็จแล้ว
3. ควรใช้ส่วนประกอบของอาหาร เช่น แป้งหรือน้ำตาลที่ได้มาตรฐานทางจุลินทรีย์
4. ใช้กระป๋องบรรจุอาหารที่มีคุณภาพดีและบรรจุอาหารในปริมาณที่เหมาะสม
5. ตรวจเครื่องปิดผนึกฝากระป๋อง (seamer) และตะเข็บของกระป๋องเมื่อพบสิ่งผิดปกติจะได้รีบแก้ไข
6. ให้ความร้อนแก่อาหารกระป๋องอย่างเพียงพอและถูกต้อง
7. หมั่นตรวจน้ำที่ใช้สำหรับ cooling กระป๋องให้เป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด
8. ตรวจสอบคนงานให้ระมัดระวังในการนำอาหารกระป๋องเข้าและออกจาก retort และการนำไปเก็บในโกดัง
9. เก็บอาหารกระป๋องไว้ในที่อากาศถ่ายเทได้สะดวกอุณหภูมิไม่สูงเกินไป

2.3 การตรวจสอบอาหารกระป๋อง

การผิดปกติของอาหารกระป๋องมีหลายแบบ เช่น การผิดปกติภายในกระป๋อง การบวมของอาหารกระป๋อง การบุบหรือการเกิดสนิมของอาหารกระป๋อง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการตรวจสอบทางเคมี กายภาพและจุลินทรีย์ จึงจะสามารถวินิจฉัยสาเหตุการเสื่อมเสีย วิธีการตรวจสอบได้แก่ การทดสอบโดยการบ่มและการตรวจสอบหาสาเหตุของการเสื่อมเสีย

1. การทดสอบโดยการบ่ม

เมื่ออาหารกระป๋องได้ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อและทำให้เย็นแล้ว ควรสุ่มตัวอย่างของอาหารกระป๋องเก็บในตู้บ่มเชื้อ การสุ่มตัวอย่างมี 2 วิธี คือ การใช้ตัวอย่างจำนวนน้อยและการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างจำนวนมาก ซึ่งวิธีนี้จะให้ผลที่แน่นอนกว่า อุณหภูมิที่ใช้บ่มขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อที่จะตรวจ เช่น เชื้อชนิดสร้างสปอร์ทนความร้อนได้ปานกลาง จะบ่มที่ 30 - 37 °C เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 14 วัน ส่วนเชื้อที่ทนความร้อนสูงจะบ่มที่อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 7 วันหรือ 10 วัน

1.1 การตรวจสอบตัวอย่างเพื่อตรวจเชื้อ นำตัวอย่างจากตู้บ่มเชื้อแล้วทิ้งให้อุณหภูมิลดลงเหลือเท่าอุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นแช่ในน้ำยาฆ่าเชื้อ 10 นาที และล้างด้วยน้ำที่มีปริมาณคลอรีน 100 ส่วนในล้านส่วน เช็ดกระป๋องให้แห้งด้วยผ้าหรือกระดาษที่สะอาด หรือทำความสะอาดบริเวณที่จะเจาะฝาด้วยแอลกอฮอล์แล้วจุดไฟ หลังจากนั้นวัดค่าสุญญากาศในกรณีที่กระป๋องไม่บวมและนำตัวอย่างออกจากกระป๋อง ขั้นตอนที่กล่าวมาทั้งหมดควรกระทำในบรรยากาศที่ปราศจากเชื้อ

1.2 การเตรียมอาหารเพาะเชื้อ

1) อาหารชนิดกรดต่ำ (พีเอช 4.5 หรือสูงกว่า)

- ตรวจแบคทีเรียชนิดต้องการอากาศ นำหลอดที่บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อ dextrose tryptone bromcresol purple broth จำนวน 4 หลอด ใส่อาหารหลอดละ 2 กรัมหรือ 2 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร นำ 2 หลอดไปบ่มที่ 37 °C และอีก 2 หลอดบ่มที่ 55 °C เป็นเวลา 48 -72 ชั่วโมง
- ตรวจแบคทีเรียชนิดไม่ต้องการอากาศ นำหลอดที่บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อ liver broth และ P.E.2 broth มาอย่างละ 4 หลอด ใส่อาหารหลอดละ 2 กรัมหรือ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วค่อยๆ เทวุ้นทับไว้ข้างบน นำ 2 หลอด ไปบ่มที่ 37 °C และอีก 2หลอดไปบ่มที่ 55 °C

2) อาหารชนิดกรดสูง (พีเอชน้อยกว่า 4.5)

- ตรวจแบคทีเรียชนิดต้องการอากาศ นำหลอดที่บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อ orange serum broth มา 2 หลอด ใส่อาหารไปหลอดละ 2 กรัมหรือ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำไปบ่มที่ 37 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง
- ตรวจแบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องการอากาศ นำหลอดที่บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อ liver broth มา 2 หลอด ใส่อาหารหลอดละ 2 กรัมหรือ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วค่อยๆ เทวุ้นทับไว้ข้างบน นำไปบ่มที่ 37 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

นอกจากเพาะเชื้อแล้ว อาจตรวจดูลักษณะของเชื้อได้โดยการย้อมสีด้วยเมทิลีนบลู แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตรวจหาสาเหตุของการเสื่อมเสีย

การเก็บตัวอย่างจะเก็บจำนวน 6 - 12 กระป๋อง โดยการทำการสุ่มจากกระป๋องที่ผลิตขึ้น ตัวอย่างที่เก็บมานั้นจะต้องมีตะเข็บปกติและไม่บุบ

จากนั้นทำการตรวจสอบประวัติการบรรจุ ชนิดอาหาร สถานที่เก็บตัวอย่าง ขนาดกระป๋อง รหัสบนฝากระป๋อง สภาพของกระป๋อง เช่น รอยบุบ รอยโก่ง หรือสิ่งผิดปกติ เมื่อตรวจสภาพทางกายภาพแล้วจึงนำมาตรวจทางจุลินทรีย์ โดยทำความสะอาดกระป๋องหรือบริเวณที่ทำการเจาะเปิดด้วยแอลกอฮอล์แล้วจุดไฟ แล้วทำการเพาะเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อที่กล่าวไว้ในตอนการตรวจสอบโดยวิธีการบ่มเชื้อ โดยเลือกอาหารเลี้ยงเชื้อให้ถูกกับชนิดของอาหาร

3. การควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสีย

การควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋อง จะได้ผลนั้นจะต้องมีวงจรการควบคุมคุณภาพตลอดกระบวนการผลิตอาหารกระป๋อง ตลอดจนมีวิธีการควบคุมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยแต่อย่างไรก็ตามก็เป็นสิ่งที่ยากที่จะหาวิธีการตรวจสอบและควบคุมที่มีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง ฉะนั้นสิ่งที่จะกระทำได้ดีที่สุดคือการจัดแผนป้องกันทุกๆ จุดในกระบวนการอย่างเข้มงวดโดยกลุ่มคนของแผนกประกันคุณภาพ (กุลยา จันทร์อรุณ, 2533 : 167 - 169)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

ก. วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

1. ส่วนผสมแกงไตปลา

- เนื้อปลา	450	กรัม
- ไตปลา	90	กรัม
- ขมิ้นหั่น	15	กรัม
- ข่าหั่น	30	กรัม
- หอมแดง	60	กรัม
- กระเทียม	90	กรัม
- ตะไคร้หั่นฝอย	30	กรัม
- พริกขี้หนูแห้ง	24	กรัม
- พริกไทย	12	กรัม
- กะปิ	30	กรัม
- ใบมะกรูดหั่นฝอย	15	กรัม

2) ส่วนผสมผัก สำหรับผักเหนาะ

- มะเขือผ่าซีก	400	กรัม
- ถั่วฝักยาวหั่น	300	กรัม
- หน่อไม้	300	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์

1. หม้อนึ่งไอน้ำร้อน (boiler)
2. รางไล่อากาศ (exhauster)เครื่องปิดผนึกฝากระป๋อง (seamer)
3. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (retort)
4. เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer) ขนาด 0 - 100 $^{\circ}$C ชนิดปรอท
5. เครื่องชั่งพิกัด 500 กรัม
6. เครื่องปั่นละเอียด (blender)
7. กระป๋องเคลือบแลคเกอร์ (lacquer can) ชนิดกระป๋อง 2 ชิ้น ขนาด 307 x 111

ข. อุปกรณ์และสารเคมีในการทดสอบคุณภาพ

อุปกรณ์

1. ตู้บ่มเชื้อ (incubater)
2. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
3. เครื่องวัดสุญญากาศ (vaccum gauge)
4. เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH meter)
5. เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (varnier caliper) หรือไม้บรรทัดละเอียด
6. เครื่องชั่งพิกัด 500 กรัม
7. ชุดเครื่องมืออุปกรณ์การไตเตรท
8. ชุดอุปกรณ์การทดสอบทางประสาทสัมผัส

สารเคมี

1. ฟีนอล์ฟทาลีน (phenolphthalein)
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล (normality)

ค. อุปกรณ์ทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

1. กระดาษ A4	1	รีม
2. อุปกรณ์เครื่องเขียน	1	ชุด
3. แผ่นดิสก์	2	แผ่น
4. ฟิล์มสี	1	ม้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการ

3.2.1 การวางแผนการวิจัย

การศึกษาขั้นตอนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1. การศึกษาขั้นตอนการผลิตแกงไตปลาที่เหมาะสมในการผลิตเป็นแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง และประเมินต้นทุนในการผลิต โดยทำการผลิตตามขั้นตอนดังต่อไปนี้
   1.1 การเตรียมเนื้อปลา นำปลามาควักไส้ออกแล้วล้างให้สะอาด นำไปนึ่งหรือย่าง แกะเอาแต่เนื้อ แล้วหั่นเป็นชิ้นประมาณ 1 x 3 x 1 cm^3
   1.2 ต้มไตปลาที่เตรียมไว้แล้วกรองเพื่อแยกก้างออก
   1.3 การทำแกงไตปลา นำเครื่องแกงที่เตรียมไว้ คือ ขมิ้นหั่น ข่าหั่น หอมแดง กระเทียม ตะไคร้หั่นฝอย พริกขี้หนูแห้ง และพริกไทย มาโขลกพอประมาณ โดยไม่ละเอียดหรือหยาบเกินไป แล้วนำกะปิที่เตรียมไว้ใส่ลงไปโขลกให้เข้ากัน
   1.4 ผักล้างทำความสะอาด ถ้าเป็นมะเขือ ถั่วฝักยาวหั่นเป็นชิ้นพอประมาณแล้วแช่น้ำไว้
   1.5 ใบมะกรูดล้างทำความสะอาด แล้วหั่นฝอย
   1.6 ใส่เครื่องแกงที่เตรียมไว้ในข้อ 1.3 ลงไปผสมกับไตปลาที่กรองไว้แล้วในข้อ 1.2 คนผสมให้เข้ากัน
   1.7 กระป๋องเปล่าและฝาล้างทำความสะอาดคว่ำไว้ให้แห้ง แล้วผ่านเข้ารางไล่อากาศ (exhauster) ที่อุณหภูมิประมาณ 80 - 100 $^{\circ}$C เวลา 20 นาที โดยคว่ำกระป๋องเพื่อไล่อากาศภายในกระป๋องให้เป็นสุญญากาศมากที่สุด
   1.8 บรรจุส่วนผสมที่เตรียมไว้ลงกระป๋อง ชั่งน้ำหนักแกงไตปลาประมาณ 165 กรัม เนื้อปลา 30 กรัม ผัก 30 กรัม และน้ำแกงไตปลา 105 กรัม
   1.9 นำผ่านเข้ารางไล่อากาศ (exhauster) 2 รอบ เวลา 40 นาที เพื่อไล่อากาศภายในอาหารให้เป็นสุญญากาศมากที่สุด วัดอุณหภูมิใจกลางกระป๋องให้ได้ 85 $^{\circ}$C ขึ้นไป
   1.10 นำไปปิดผนึกด้วยเครื่อง double seamer การซ้อนกันของตะเข็บกระป๋องต้องเกินกว่า 45 % ขึ้นไป
   1.11 เช็ดทำความสะอาดภายนอกกระป๋องด้วยผ้าชุบน้ำสะอาด เรียงใส่ตะกร้าสำหรับเข้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (retort)

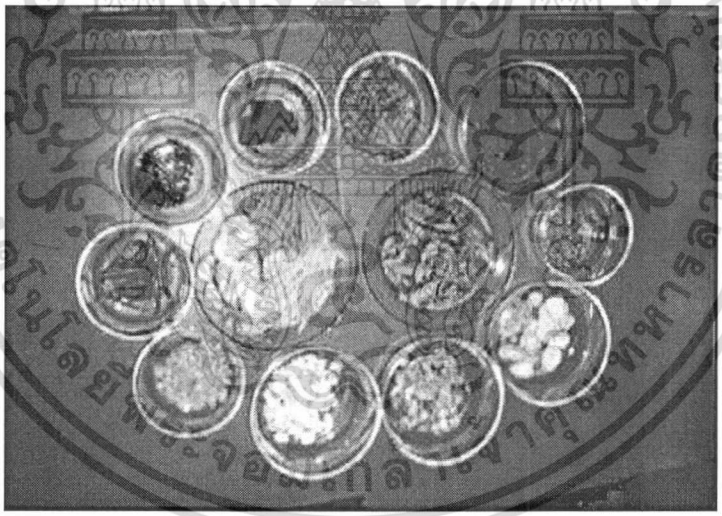
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.12 ฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่มีความดันสูง (อุณหภูมิ 117 °C เวลา 75 นาที ความดัน 15 ปอนด์ / ตารางนิ้ว)

1.13 ทำให้เย็นทันที (cooling) ด้วยน้ำไหลผ่าน ที่อุณหภูมิ 40 - 45 °C เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์พวก thermophile และป้องกันการเกิดลักษณะ over cook ของผลิตภัณฑ์

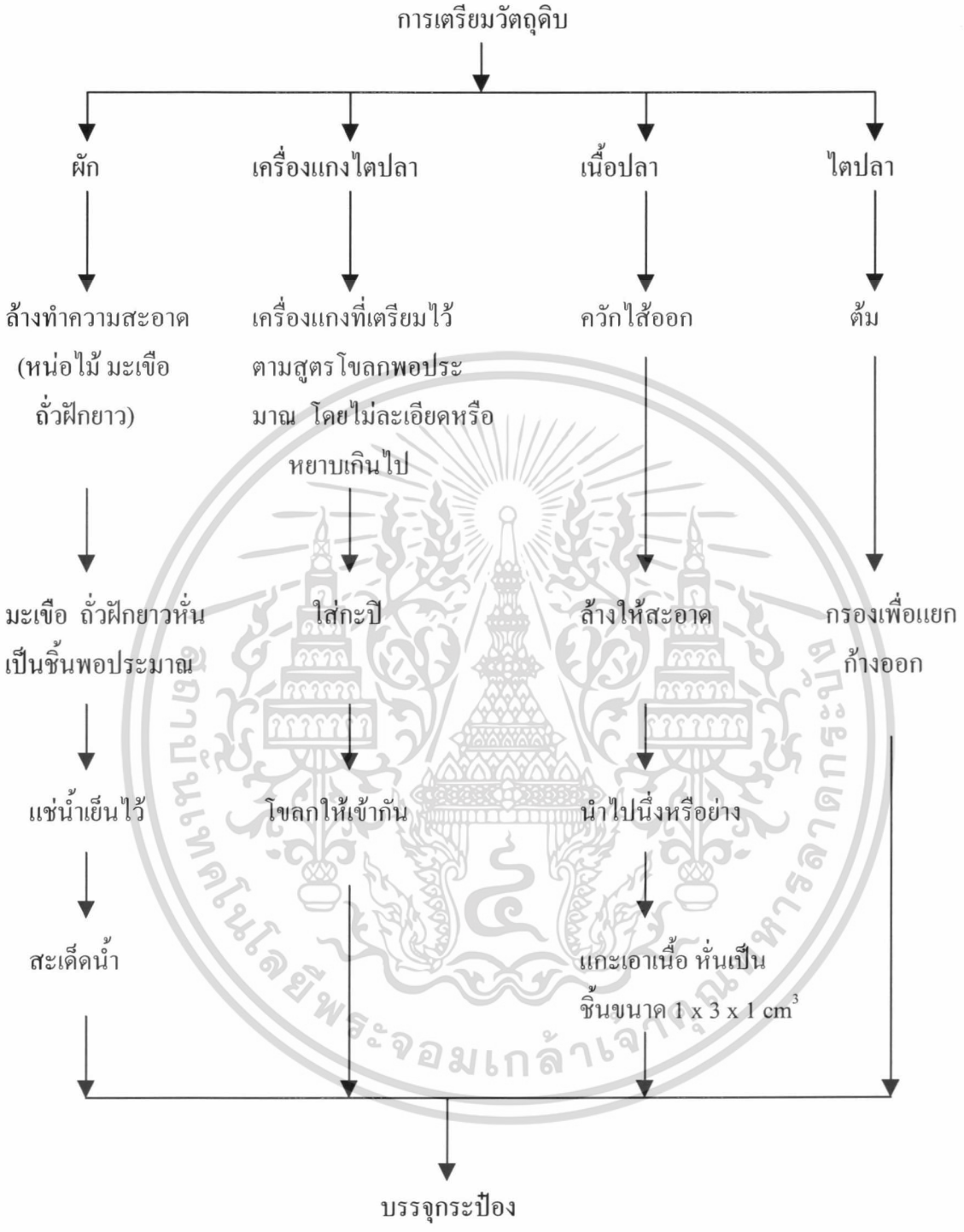
1.14 นำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในแต่ละตัวอย่าง (treatment) จำนวนตัวอย่างละ 2 กระป๋อง เข้าบ่มในตู้บ่มเชื้อ (incubater) ที่อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 14 วัน เพื่อสังเกตการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์พวกที่ทนความร้อนได้สูง (thermophile) ตัวอย่างที่เหลือวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่ให้ถูกแสงแดด เป็นเวลา 14 วัน เมื่อครบกำหนดตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

1.15 คำนวณต้นทุนการผลิตต่อหน่วย (กระป๋อง)



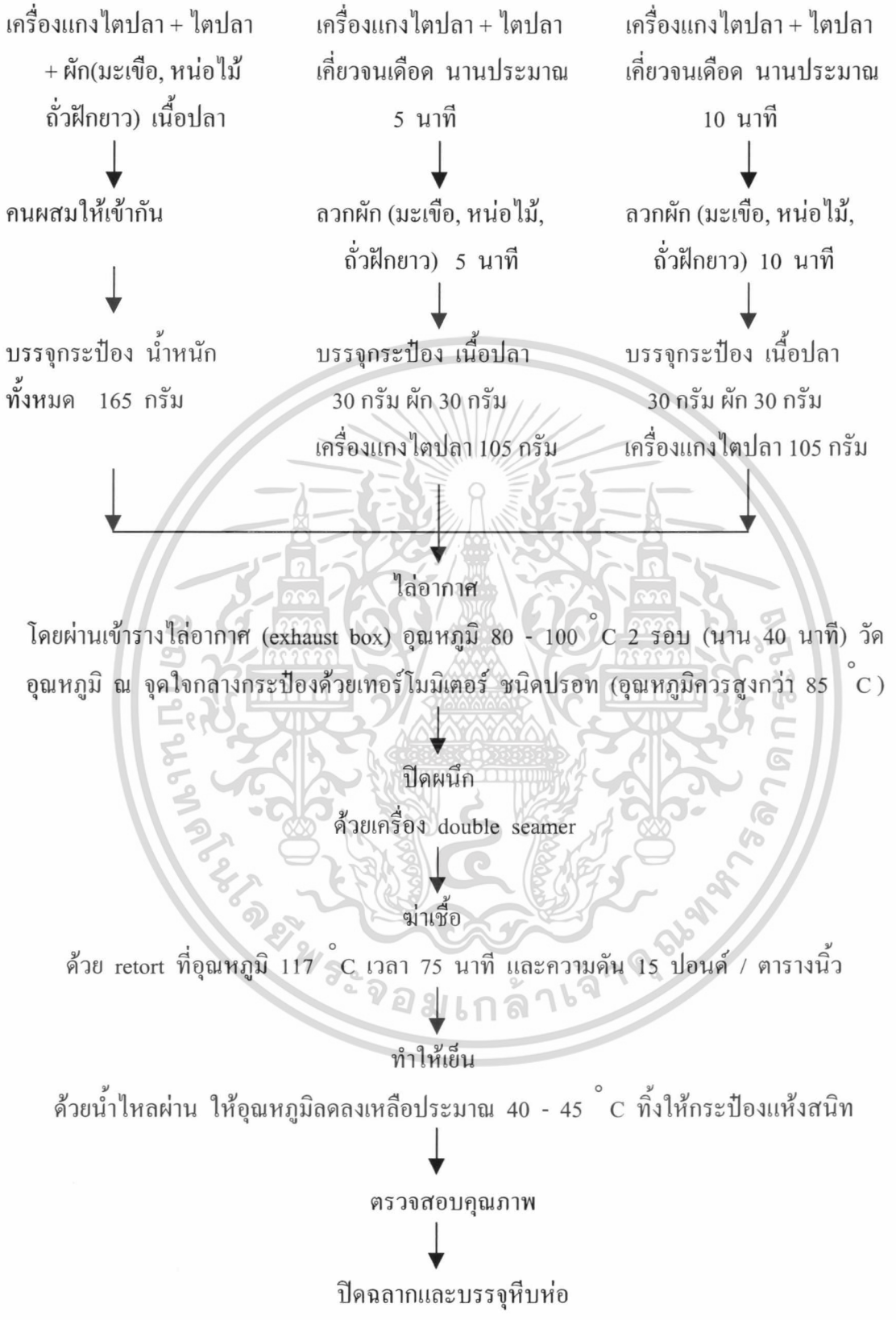
ภาพที่ 5 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



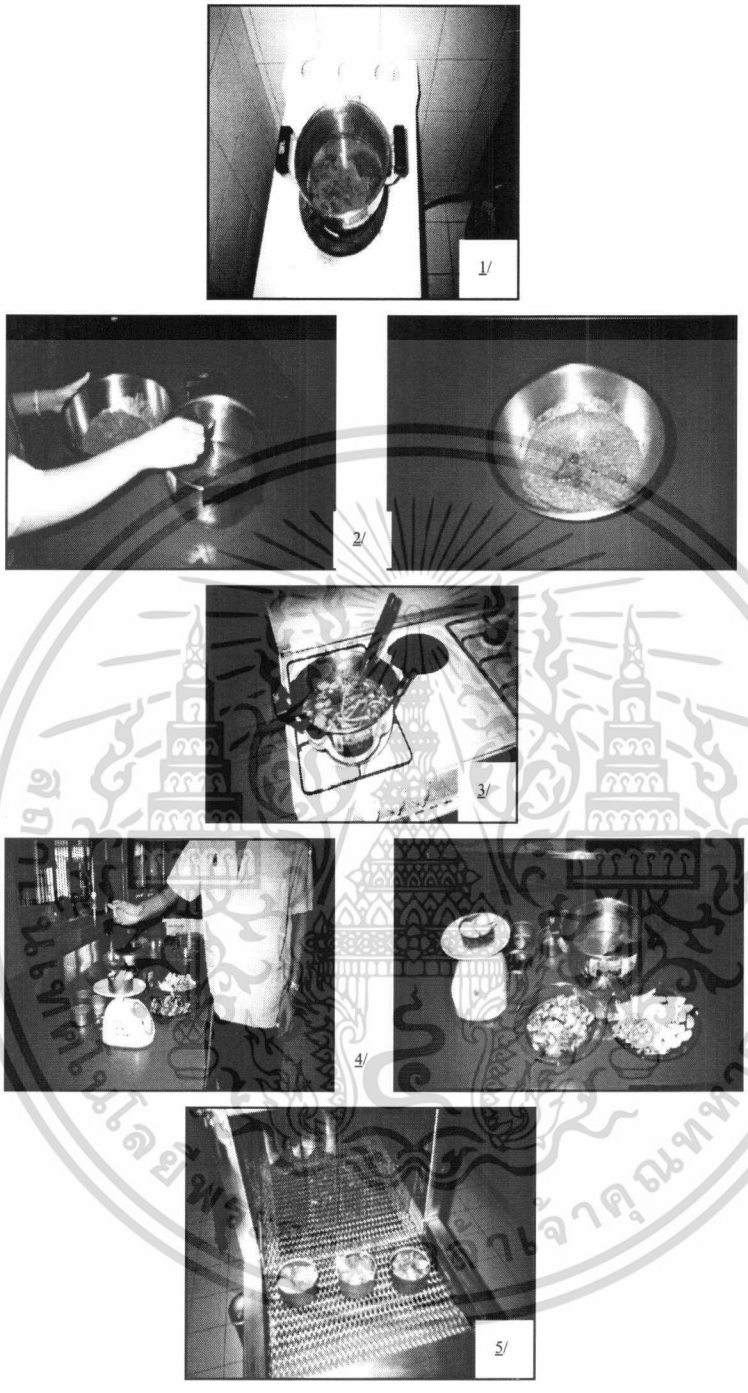
ภาพที่ 6 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋องสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

1/ ต้มไตปลา
2/ ผสมเครื่องแกงไตปลา
3/ ขั้นตอนแกงไตปลา
4/ เตรียมชั่งและบรรจุแกงไตปลา
5/ ไล่อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง ภายหลังกระบวนการผลิต

ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผ่านการบ่มในตู้บ่มเชื้อและวางไว้ที่สภาพบรรยากาศปกติ อุณหภูมิห้องธรรมดา ซึ่งขั้นตอนการตรวจสอบ มีตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 บันทึกลักษณะภายนอกกระป๋อง ได้แก่ ขนาดกระป๋อง ลักษณะภายนอกโดยทั่วไปของกระป๋อง ตรวจและบันทึกสภาพภายนอกของกระป๋องที่พบ ซึ่งอาจพบในลักษณะ flat can, hard swell และ solf swell เป็นต้น

2.2 ชั่งน้ำหนักทั้งหมดของกระป๋องบรรจุอาหาร (total weight) วัดความดันสุญญากาศภายในกระป๋อง โดยใช้เครื่องวัดความดัน (vacuum gauge)

2.3 ต่อจากนั้นบันทึกลักษณะภายในกระป๋อง โดยวัด gross headspace ซึ่งหมายถึง ระยะทางตั้งแต่ผิวหน้าอาหารจนถึงขอบบนของกระป๋อง

2.4 วัดน้ำหนักสุทธิ (net weight) โดยนำกระป๋องเปล่าพร้อมฝามาล้างและเช็ดให้แห้ง อบให้แห้งสนิท ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำมาชั่งน้ำหนักของกระป๋องเปล่าแล้วนำมาหักจากน้ำหนักทั้งหมด ก็จะเป็นค่าน้ำหนักสุทธิ

2.5 ต่อจากนั้นนำตัวอย่างอาหารกระป๋องปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำมาหา cut out pH โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง และวัดค่าปริมาณกรดทั้งหมด โดยนำตัวอย่างที่ปั่นแล้วมาไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N. โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์

2.6 ตรวจดูรอยขีดข่วน ลักษณะการฉาบดีบุกหรือแลคเกอร์ ตลอดจนการกัดกร่อนภายใน เป็นต้น

2.7 หาความจุของน้ำ (water capacity) ของกระป๋อง โดยเทอาหารออกให้หมด ล้างกระป๋องให้สะอาด เช็ดให้แห้ง ชั่งน้ำหนักของกระป๋อง จากนั้นเติมน้ำกลั่น (68 $^{\circ}$ F) ลงในกระป๋องให้มี headspace อยู่ 1/16 นิ้ว นำไปชั่งน้ำหนัก นำน้ำหนักที่ได้มาหักน้ำหนักกระป๋องออก จะได้ค่าความจุของน้ำของกระป๋อง

2.8 ต่อจากนั้นหาความจุทั้งหมด (total capacity) ของกระป๋อง โดยทำเช่นเดียวกันแต่เติมน้ำลงไปจนเต็มกระป๋อง หาค่าปริมาณอาหารที่บรรจุในภาชนะ (percent fill of container) โดยทั่วไปกำหนดให้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ของความจุทั้งหมดของอาหารกระป๋องนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

โดยการนำผลิตภัณฑ์แกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ได้จากกระบวนการผลิตและผ่านการตรวจสอบคุณภาพที่ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนหลงเหลืออยู่ด้วยวิธีการบ่มแล้วมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบแกงไตปลาบรรจุกระป๋องทั้ง 3 ตัวอย่าง (treatment) ที่ทำการผลิต

3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการทดสอบความชอบหรือระดับความพึงพอใจ ด้วยแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 5 - point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน และวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ของผลิตภัณฑ์ทางด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม และเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละตัวอย่าง (treatment) ด้วยวิธี turkey' s test

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 - เดือน มีนาคม 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง และประเมินต้นทุนในการผลิต การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี และศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.1 ศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

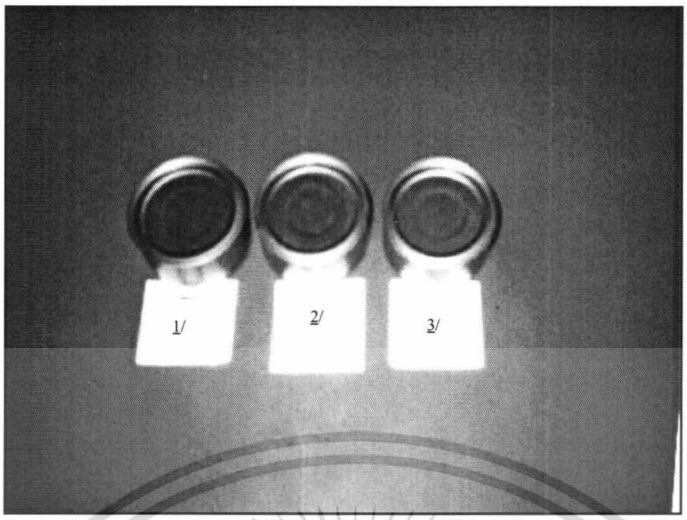
กระบวนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋องในการทดลองแบ่งการแกงไตปลาเป็น 3 กระบวนการ ดังนี้ กระบวนการที่ 1 คือ การนำส่วนผสมทั้งหมด ได้แก่ เครื่องแกงไตปลา เนื้อปลา ผัก มาผสมรวมกัน นำมาบรรจุกระป๋อง กระบวนการที่ 2 คือ การเคี่ยวเครื่องแกงไตปลานาน 5 นาที ลวกผักนาน 5 นาที นำมาบรรจุกระป๋อง กระบวนการที่ 3 คือ การเคี่ยวเครื่องแกงไตปลานาน 10 นาที ลวกผักนาน 10 นาที นำมาบรรจุกระป๋อง โดยการใช้ปริมาณเท่ากันในสูตรการผลิตและควบคุมกระบวนการผลิตทุกขั้นตอนให้เป็นไปในทำนองเดียวกัน (ดังแสดงในภาพที่ 7 ขั้นตอนการแกงไตปลาบรรจุกระป๋องสำเร็จรูป)

จากกระบวนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง พบว่า

1. อุณหภูมิใจกลางกระป๋อง ภายหลังการไล่อากาศในแกงไตปลาบรรจุกระป๋องทันทีที่ออกจากรางไล่อากาศ (exhaust box) รอบที่ 1 อุณหภูมิใจกลางที่วัดได้ 65 ^{0}C ซึ่งต่ำกว่าข้อมูลที่ ทนง ภัครัชพันธุ์ (2524, : 80 – 83) ได้กล่าวไว้ คือ อุณหภูมิใจกลางต้องอยู่ระหว่าง 80 - 95 ^{0}C ดังนั้นจึงต้องทำการไล่อากาศในแกงไตปลาบรรจุกระป๋องรอบที่ 2 อุณหภูมิใจกลางที่วัดได้ คือ 92 ^{0}C ซึ่งอยู่ในช่วงข้อมูลที่ ทนง ภัครัชพันธุ์ ได้กล่าวไว้

2. แกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ได้มีลักษณะภายนอกคือ ฝากระป๋องโค้งเว้าเข้าด้านในเล็กน้อย ไม่บิดเบี้ยว ลักษณะตัวกระป๋องไม่โป่งพองออกหรือบุบเข้าด้านใน ซึ่งตรงกับที่ Heid และ Joslyn (1963, 149 – 150) ได้กล่าวถึงลักษณะกระป๋องที่ดีว่า ฝากระป๋องโค้งเว้าเข้าด้านใน ตลอดช่วงอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นว่าอาหารภายในยังคงมีสภาพดีอยู่ ซึ่งลักษณะของกระป๋องที่ดี เกิดจากสภาวะสุญญากาศภายในกระป๋องที่เหมาะสม ซึ่งลักษณะภายนอกของกระป๋องที่ได้แสดงภาพที่ 9 ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 ลักษณะภายนอกของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ได้จากกระบวนการผลิต

1/ กระบวนการที่ 1 คือ การนำส่วนผสมทั้งหมด ได้แก่ เครื่องแกงไตปลา เนื้อปลา ผัก มาผสมรวมกัน นำมาบรรจุกระป๋อง

2/ กระบวนการที่ 2 คือ การเคี่ยวเครื่องแกงไตปลานาน 5 นาที ลวกผัก นาน 5 นาที นำมาบรรจุกระป๋อง

3/ กระบวนการที่ 3 คือ การเคี่ยวเครื่องแกงไตปลานาน 10 นาที ลวกผัก นาน 10 นาที นำมาบรรจุกระป๋อง

4.2 ตรวจสอบคุณภาพแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

โดยการนำแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตได้แต่ละกระบวนการ (treatment) กระบวนการละ 2 กระป๋องบ่มในตู้บ่มเชื้อ (incubator) ที่อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 14 วัน เพื่อตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนยังหลงเหลืออยู่หรือไม่ หลังจากผ่านกระบวนฆ่าเชื้อที่ 117 °C นาน 75 นาที ความดัน 15 ปอนด์ / ตารางนิ้ว แกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่เหลือวางไว้ที่สภาพบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่ให้ถูกแสงแดด เป็นเวลา 14 วัน เพื่อตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี

4.2.1 ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผ่านการบ่มในตู้บ่มเชื้อ และวางไว้ที่สภาพบรรยากาศปกติ อุณหภูมิห้อง ได้ผลการตรวจสอบดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

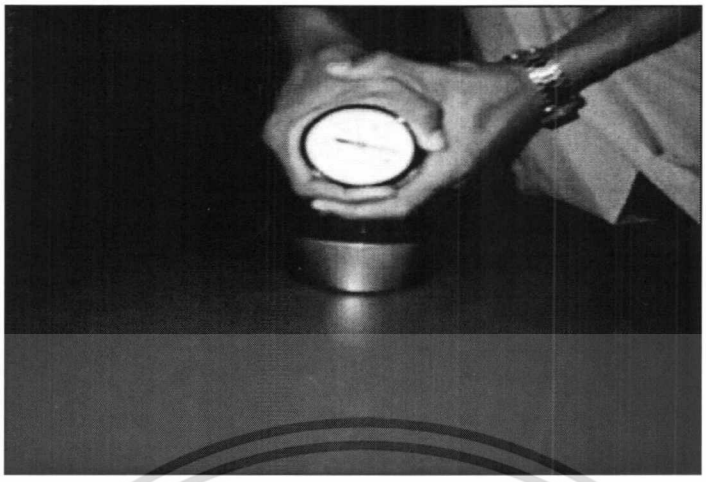
ลักษณะที่ตรวจสอบ	กระบวนการแกงไตปลา (treatment)		
	กระบวนการที่ 1[1/]	กระบวนการที่ 2[2/]	กระบวนการที่ 3[3/]
วันที่ผลิต (production date)	22 /11/45	29 /11/45	29/11/45
ขนาดกระป๋อง (size)	307 X 111	307 X 111	307 X 111
สุญญากาศ (vacuum, in.Hg)	13	14	14
ช่องว่างสุญญากาศ (head space, in)	5/32	6/32	4/32
น้ำหนักทั้งหมด (total weight)	210	215	215
น้ำหนักกระป๋อง (can weight, g)	40	40	40
น้ำหนักเนื้อ (drained weight, g)	105	110	105
น้ำหนักสุทธิ (net weight, g)	165	170	165
สี (color)	เครื่องแกงเข้ม มีสีน้ำตาลเข้ม	เครื่องแกงอ่อน มีสีน้ำตาลอ่อน	เครื่องแกงอ่อน มีสีน้ำตาลอ่อนๆ
กลิ่น (smell)	หอมกลิ่นเครื่องแกงไตปลา	หอมกลิ่นเครื่องแกงไตปลา	หอมกลิ่นเครื่องแกงไตปลา
รสชาติ (test)	เค็ม เผ็ดเล็กน้อย	เค็ม เผ็ดเล็กน้อย	เค็ม เผ็ดเล็กน้อย
สิ่งแปลกปลอม (extraneous matter)	-	-	-
สภาพกระป๋องภายนอก (can condition)	ฝากระป๋องโค้งเว้าเข้าด้านในเล็กน้อย ไม่บุบ ไม่มีสนิมและรอยขีดข่วน	ฝากระป๋องโค้งเว้าเข้าด้านในเล็กน้อย ไม่บุบ ไม่มีสนิมและรอยขีดข่วน	ฝากระป๋องโค้งเว้าเข้าด้านในเล็กน้อย ไม่บุบ ไม่มีสนิมและรอยขีดข่วน

[1/] คือ การนำส่วนผสมทั้งหมด ได้แก่ เครื่องแกงไตปลา เนื้อปลา ผัก มาผสมรวมกัน นำมาบรรจุกระป๋อง

[2/] คือ การเคี่ยวเครื่องแกงไตปลานาน 5 นาที ลวกผักนาน 5 นาที นำมาบรรจุกระป๋อง

[3/] คือ การเคี่ยวเครื่องแกงไตปลานาน 10 นาที ลวกผักนาน 10 นาที นำมาบรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 การวัดค่าความเป็นสุญญากาศของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องด้วย vacuum gauge

จากตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง พบว่า

1. สภาพกระป๋องภายนอกและภายในของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องมีสภาพดี จากการตรวจสอบ ผลการตรวจสอบปรากฏว่า กระป๋องไม่บุบ ไม่มีสนิม รอยขีดข่วน รอยแลคเกอร์ถลอก หรือโป่งพองแต่อย่างใดๆ ในทุกกระบวนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง (treatment) ส่วนฝากระป๋องมีลักษณะโค้งเว้าเข้าภายในเล็กน้อย

2. ค่าความเป็นสุญญากาศของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องทั้ง 3 กระบวนการผลิต ปรากฏว่า ค่าที่วัดได้ คือ 13, 14 และ 14 นิ้วปรอท ตามลำดับ ซึ่งค่าความเป็นสุญญากาศแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

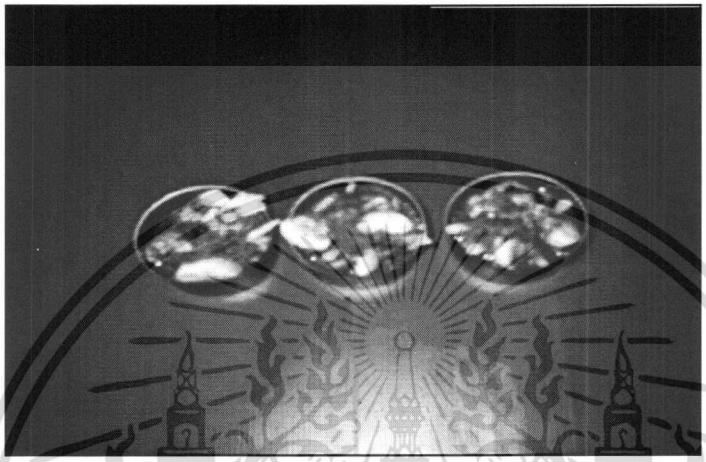
3. การวัดค่าช่องว่างเหนืออาหาร (head space) ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องทั้ง 3 กระบวนการผลิต ปรากฏว่า ค่าที่วัดได้ คือ 5/32, 6/32 และ 4/32 นิ้ว ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกันมาก และมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลที่ ทนง ภัครัชพันธุ์ (2524 : 80 – 83) ได้กล่าวไว้ คือช่องว่างเหนืออาหารควรมีค่าประมาณ 6/32 นิ้ว

4. ปริมาณการบรรจุ ความจุของแกงไตปลาต่อกระป๋อง มีความเหมาะสมในทุกตัวอย่าง การบรรจุแกงไตปลาทำให้เกิดค่าช่องว่างเหนืออาหารที่เหมาะสม และไม่พบสิ่งแปลกปลอมใดๆ ในแกงไตปลาบรรจุกระป๋องทั้ง 3 ชนิดที่ทำการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผ่านการบ่มในตู้บ่มเชื้อ (incubator) ที่อุณหภูมิ 55 °C เวลา 14 วัน เพื่อสังเกตการเจริญของจุลินทรีย์พวกที่ทนความร้อนสูง (thermophile) และวางไว้ที่สภาพบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิห้อง เวลา 14 วัน เป็นดังนี้



ภาพที่ 11 ลักษณะภายในของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

ตารางที่ 5 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

ลักษณะที่ตรวจสอบ	กระบวนการแกงไตปลา (treatment)		
	กระบวนการที่ 1	กระบวนการที่ 2	กระบวนการที่ 3
ความเป็นกรด – ด่าง (cut out pH)	5.95	6.00	5.99
% Acidity (% acetic acid)	0.432	0.408	0.288

จากตารางที่ 5 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง พบว่า

1. ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง ทั้ง 3 กระบวนการผลิต ผลที่ได้ pH ค่อนข้างจะเป็นกรดเล็กน้อย ค่าที่วัดได้ คือ 5.95, 6.00 และ 5.99 ตามลำดับ ซึ่งค่าความเป็นกรด – ด่างที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

2. ค่าความเป็นกรด (% Acidity) เมื่อเทียบกับกรดอะซิติก (%acetic acid) ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง ทั้ง 3 ชนิด คือกระบวนการผลิตแกงไตปลาที่ 1 กระบวนการผลิตที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และกระบวนการผลิตที่ 3 เปอร์เซ็นต์กรดที่วัดได้ คือ 0.432, 0.408 และ 0.288 ตามลำดับ ซึ่งค่าที่สอดคล้องกับค่าความเป็นกรด – ด่างที่วัดได้ มีค่าเปอร์เซ็นความเป็นกรดน้อยมาก แสดงว่าแกงไตปลาบรรจุกระป๋องปลอดจากจุลินทรีย์พวกที่สร้างกรด อันเป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารกระป๋องเสื่อมคุณภาพและเกิดการเน่าเสียได้

4.2.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบความชอบหรือระดับความพอใจใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน ทำการทดสอบชิมกับข้าวสวย ด้วยแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 5 – point hedonic scale และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) ด้วยแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (randommized complete - block design : RCBD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทางด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องพบว่า

จากการทดสอบคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนผลิตแกงไตปลา 3 กระบวนการ คือ กระบวนการผลิตที่ 1 กระบวนการผลิตที่ 2 และกระบวนการผลิตที่ 3 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละตัวอย่าง (treatment) ด้วยวิธี turkey 's test ผลที่ได้ปรากฏ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	กระบวนการแกงไตปลา (treatment)		
	กระบวนการที่ 1	กระบวนการที่ 2	กระบวนการที่ 3
สี	3.1[b1/]	4.1[a]	2.6[b]
ลักษณะปรากฏ	3.2[b]	4.2[a]	3.3[b]
กลิ่น	3.2[b]	4.5[a]	3.2[b]
รสชาติ	3.2[b]	4.5[a]	2.9[b]
เนื้อสัมผัส	3.1[b]	4.2[a]	2.8[b]
การยอมรับรวม	3.0[b]	4.5[a]	3.0[b]

[1/] อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 6 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องพบว่า

1. คุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตทั้ง 3 กระบวนการผลิต กระบวนการที่ 1 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p > 0.05$) แต่กระบวนการที่ 2 มีความแตกต่างจากกระบวนการที่ 1 และ 3 ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับแกงไตปลากระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตที่ 2 มากที่สุด

2. คุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตทั้ง 3 กระบวนการผลิต กระบวนการที่ 1 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p > 0.05$) แต่กระบวนการที่ 2 มีความแตกต่างจากกระบวนการที่ 1 และ 3 ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับแกงไตปลากระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตที่ 2 มากที่สุด

3. คุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตทั้ง 3 กระบวนการผลิต กระบวนการที่ 1 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p > 0.05$) แต่กระบวนการที่ 2 มีความแตกต่างจากกระบวนการที่ 1 และ 3 ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตที่ 2 มากที่สุด

4. คุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตทั้ง 3 กระบวนการผลิต กระบวนการที่ 1 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p > 0.05$) แต่กระบวนการที่ 2 มีความแตกต่างจากกระบวนการที่ 1 และ 3 ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตที่ 2 มากที่สุด

5. คุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตทั้ง 3 กระบวนการผลิต กระบวนการที่ 1 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p > 0.05$) แต่กระบวนการที่ 2 มีความแตกต่างจากกระบวนการที่ 1 และ 3 ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตที่ 2 มากที่สุด

6. คุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับรวม ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องผลิตจากกระบวนการผลิตทั้ง 3 กระบวนการผลิต กระบวนการที่ 1 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p > 0.05$) แต่กระบวนการที่ 2 มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างจากกระบวนการที่ 1 และ 3 ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตที่ 2 มากที่สุด

ภาพที่ 12 การเตรียมตัวอย่างแกงไตปลาเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส

4.3 การประเมินต้นทุนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

ในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง มีการประเมินต้นทุนในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง ซึ่งแจกแจงรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิต เป็นค่าวัตถุดิบในการผลิต ค่าใช้จ่ายในด้านพลังงาน และค่าแรงงาน แต่ทั้งนี้ไม่คิดรวมต้นทุนคงที่ (ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอสังหาริมทรัพย์ เช่น ที่ดิน อาคาร โรงงาน สิ่งปลูกสร้าง และเครื่องมือเครื่องจักร เป็นต้น) และค่าเสื่อมราคาของอสังหาริมทรัพย์ดังกล่าว จากการศึกษาพบว่า ต้นทุนการผลิตโดยประมาณของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิต แจกแจงรายละเอียดดังตารางที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ต้นทุนการผลิตโดยประมาณของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง (บาท / กระป๋อง)

รายการ	ต้นทุนการผลิต / กระป๋อง
วัตถุดิบและส่วนผสมแกงไตปลา	7.00
กระป๋อง 2 ชิ้น และฝา (307 X 111)	2.50
พลังงานต่าง ๆ	4.00
ค่าแรงงาน	5.00
รวม	18.50

จากตารางที่ 7 ต้นทุนการผลิตโดยประมาณของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง พบว่า ต้นทุนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิต มีราคาต่อกระป๋องหรือราคาต่อหน่วย เท่ากับ 18.50 บาท / กระป๋อง หากผู้ประกอบการธุรกิจดำเนินการผลิตในระดับอุตสาหกรรมการผลิตอาหารกระป๋อง ในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง อาจลดต้นทุนวัตถุดิบที่ผลิตให้ต่ำลงกว่านี้ เพื่อให้คุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด และได้การยอมรับจากผู้บริโภคต่อแกงไตปลาบรรจุกระป๋องด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง โดยใช้กระบวนการผลิตแกงไตปลา 3 กระบวนการ ดังนี้ กระบวนการที่ 1 คือ การนำส่วนผสมทั้งหมด ได้แก่ เครื่องแกงไตปลา เนื้อปลา ผัก มาผสมรวมกัน นำมาบรรจุกระป๋อง กระบวนการที่ 2 คือ การเคี่ยวเครื่องแกงไตปลานาน 5 นาที ลวกผักนาน 5 นาที นำมาบรรจุกระป๋อง กระบวนการที่ 3 คือ การเคี่ยวเครื่องแกงไตปลานาน 10 นาที ลวกผักนาน 10 นาที ตรวจสอบคุณภาพของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องภายหลังกระบวนการผลิต ทั้งคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางเคมี รวมไปถึงการประเมินต้นทุนการผลิตโดยประมาณเป็นราคาต่อหน่วย (บาท / กระป๋อง) ไม่รวมค่าใช้จ่ายต้นทุนคงที่ และค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร อุปกรณ์ ได้ผลการทดลองดังนี้

1. กระบวนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตเป็นไปในทำนองเดียวกับกระบวนการผลิตอาหารบรรจุกระป๋องที่มีกรดต่ำทั่วๆ ไป การไล่อากาศโดยผ่านรางไล่อากาศ (exhaust box) ปกติไล่อากาศ 1 รอบ แต่ในการทดลองเพิ่มเป็น 2 รอบ เวลา 40 นาที เพื่อให้อุณหภูมิในอาหารเกินกว่า 85 $^{\circ}$C การฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่มีความดันสูง ที่อุณหภูมิ 117 $^{\circ}$C เวลา 75 นาที ความดัน 15 ปอนด์ / ตารางนิ้ว ทำให้เย็นทันที (cooling) ด้วยน้ำไหลผ่านให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 40 - 45 $^{\circ}$C แล้วเป่าลมเย็นหรือปล่อยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนกระป๋องแห้งสนิท ทำให้ได้แกงไตปลาที่มีคุณภาพดี ลักษณะฝากระป๋องโค้งเว้าเข้าด้านในเล็กน้อย ลักษณะภายนอกกระป๋องไม่บุบ เบี้ยว ฝากระป๋องไม่บวม

2. คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง จากการตรวจสอบจัดอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างที่จะดี คือ คุณภาพทางกายภาพ สภาพกระป๋องภายนอกและสภาพภายในกระป๋องมีลักษณะดี ไม่พบสนิม รอยขีดข่วน รอยถลอกของแลคเกอร์ กระป๋องไม่บุบ บวม หรือโป่งพอง คุณภาพภายในมีค่าความเป็นสุญญากาศมีค่าใกล้เคียงกัน คือ อยู่ระหว่าง 13 - 14 นิ้วปรอท และช่องว่างเหนืออาหาร อยู่ระหว่าง 4/32 - 6/32 นิ้ว ปริมาณการบรรจุ ความจุของแกงไตปลาในกระป๋องเหมาะสมและไม่พบสิ่งแปลกปลอมใดในแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง ด้านคุณภาพทางเคมี พบว่ามีค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ค่อนข้างเป็นกรดเล็กน้อย คือ มีค่าอยู่ประมาณ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีค่าความเป็นกรด เมื่อเทียบกับกรดอะซิติก (% acetic acid) พบว่า มีปริมาณกรดน้อยมาก คือ อยู่ระหว่างร้อยละ 0.288 - 0.408 แสดงว่า แกงไตปลาบรรจุกระป๋องมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และปลอดจากเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างกรด ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อาหารบรรจุกระป๋องเสื่อมคุณภาพและเน่าเสียได้

3. คุณภาพทางประสาทสัมผัสของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง จากการทดสอบด้วยวิธี 5 - point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) ผลปรากฏว่า

คุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตทั้ง 3 กระบวนการผลิต คือ กระบวนการที่ 1 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p > 0.05$) แต่กระบวนการที่ 2 มีความแตกต่างจากกระบวนการที่ 1 และ 3 ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

ส่วนใหญ่ ผู้บริโภคหรือผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับแกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตที่ 2 มากที่สุด คือ แกงไตปลาเคี่ยวเครื่องแกงไตปลานาน 5 นาที ลวกผักนาน 5 นาที นำมาบรรจุกระป๋อง รองลงมา คือ แกงไตปลาบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากกระบวนการผลิตที่ 1 และ 3 ตามลำดับ

4. การประเมินต้นทุนการผลิตต่อหน่วย (บาท / กระป๋อง) ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องโดยประมาณ ทั้งนี้ไม่รวมค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนคงที่ พบว่า ต้นทุนการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋องมีราคาต่อหน่วย คือ 18.50 บาท หากผู้ประกอบการธุรกิจดำเนินการผลิตในระดับอุตสาหกรรมการผลิตอาหารกระป๋อง ในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง อาจลดต้นทุนวัตถุดิบที่ผลิตให้ต่ำลงกว่านี้ เพื่อให้คุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด และได้การยอมรับจากผู้บริโภคต่อแกงไตปลาบรรจุกระป๋องด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเรื่องการพัฒนาแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง ใช้กระบวนการผลิตแกงไตปลา 3 กระบวนการผลิต ทำให้ทราบกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง เพื่อให้เกิดการยอมรับจากผู้บริโภค และคุ้มค่าต่อการลงทุนผลิตมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นแก่ผู้ที่สนใจจะทำการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือศึกษาต่อเนื่องจากปัญหาพิเศษเรื่องนี้ รวมไปถึงผู้ประกอบการอาหารบรรจุกระป๋อง โดยผู้จัดทำให้ข้อเสนอแนะที่เป็นข้อบกพร่องหรือข้อมูลเพิ่มเติม ไว้ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาที่ต่อเนื่องจะทำให้ได้ข้อมูลหรือผลการทดลองวิจัยที่ถูกต้อง ปลอดภัยต่อผู้บริโภคในการบริโภคอาหารกระป๋อง ควรทำการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง ได้แก่ การวัดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่สามารถทำให้อาหารกระป๋องที่เป็นกรดต่ำเน่าเสีย เช่น จุลินทรีย์ที่ทนความร้อนได้สูง (thermophile) จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobes) หรือจุลินทรีย์ที่สร้างกรด (flat sour) รวมไปถึงการศึกษาอายุการเก็บรักษา และการเปลี่ยนแปลงของแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง

2. การพัฒนาแกงไตปลาใหม่โดยการไม่ใส่ผักลงในการบรรจุใส่เฉพาะน้ำแกงไตปลาในการบรรจุกระป๋อง หากจะรับประทานก็ซื้อผักมารับประทานต่างหาก เพราะจากการทดลองเมื่อใส่ผักในการบรรจุกระป๋อง ในการฆ่าเชื้อจะทำให้ผักเละทำให้แกงไตปลาไม่น่ารับประทาน

3. สำหรับผู้ประกอบการที่สนใจในการผลิตแกงไตปลาบรรจุกระป๋องในระดับอุตสาหกรรม ควรระวังในกระบวนการผลิต คือ ขั้นตอนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ควรควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อให้เพียงพอต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์และสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

4. วัตถุดิบและส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตแกงไตปลาควรใช้วัตถุดิบและส่วนผสมที่สดใหม่ เครื่องเทศที่ใช้ควรใส่ตามอัตราส่วนที่กำหนด หากใส่มากจะทำให้มีกลิ่นฉุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระยาทิพย์ เรือนใจ. มปท. กับข้าวชาวใต้ตามหลักโภชนาการ. กรุงเทพฯ : ต้นธรรม. 95 หน้า.

กุลยา จันทร์อรุณ. 2533. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาคพัฒนาตำราและเอกสาร หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมฝึกหัดครู. 245 หน้า.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2543. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 505 หน้า.

โครงการพัฒนาตำรา กองทุนสนับสนุนกิจกรรม มูลนิธิการแพทย์แผนไทยพัฒนา. 2544. อาหารเพื่อสุขภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. 327 หน้า.

ทนง ภัครัชพันธุ์. 2524. การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูป. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 160 หน้า.

ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง. 2538. อาหาร – ขนม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 80 หน้า.

นิลุบล นวเรส. มปท. คู่มือก่อนเข้าครัว. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : แสงแดด. 160 หน้า.

นงนุช รักสกุลไทย. 2538. กรรมวิธีแปรรูปสัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 156 หน้า.

มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2538. จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ประมง. กรุงเทพฯ : รั้วเขียว. 238 หน้า.

รุ่งรัตน์ เหลือนทีเทพ. 2535. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. กรุงเทพฯ : ตำราเอกสารฉบับที่ 59 หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมฝึกหัดครู. 105 หน้า.

วราวุฒิ ครูส่ง. 2538. จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์. 210 หน้า.

ส่งเสริมการเกษตร,กรม. 2528. การถนอมอาหารและแปรรูปสัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ : รายงานผลเฉพาะกิจเจ้าพนักงานเคหกิจเกษตรภาคตะวันออก หลักสูตรการถนอมและแปรรูปสัตว์น้ำ. 70 หน้า.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2535. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. 315 หน้า.

อำนวย โชติญาณวงศ์. 2524. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ประมง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาผลิตภัณฑ์ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 92 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

✓ Heid, J.L. and Joslyn, M.A.. 1963. Fundamental of Food Processing Operation. The AVI Publ. Co.,th. Westport Conn. 580 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

hedonic scale test

ชื่อผลิตภัณฑ์_____

ชื่อผู้ทดสอบ_____

วันที่ทำการทดสอบชิม_____**เวลา**_____

_____

คำชี้แจง 1. กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำเปล่า ก่อนทำการทดสอบชิม

2. ทดสอบชิมตัวอย่างต่อไปนี้จากซ้ายไปขวา
3. หลังการทดสอบตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง ให้กลั้วปากด้วยน้ำเปล่าทิ้ง เว้นระยะเวลาประมาณ 2 นาที จึงทำการทดสอบตัวอย่างลำดับต่อไป
4. ตัวอย่างและกับแกล้มอาจกลืนได้
5. ให้คะแนนตามระดับความชอบ และความพอใจของท่านลงในตาราง โดยมีคะแนนความชอบตั้งแต่ 1 - 5 โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

5 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด 2 คะแนน คือ ไม่ชอบ

4 คะแนน คือ ชอบ 1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด

3 คะแนน คือ เฉยๆ

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
536						
153						
897						

ข้อเสนอแนะ_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด (% acidity)

อุปกรณ์

1. บิวเรต
2. ปิเปต
3. บีกเกอร์
4. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 25 มิลลิลิตร
5. ขวดปรับปริมาตร ขนาด 250 มิลลิลิตร
6. แท่งแก้วคนสาร
7. กรวยแก้ว
8. ลูกยาง

สารเคมี

1. ฟีนอร์ฟทาลีน (phenolphthalein)
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล (normality)
3. น้ำกลั่น

วิธีการ

1. ปั่นตัวอย่างอาหาร (แกงไตปลาบรรจุกระป๋อง) ให้ละเอียด
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 25 กรัม เติมน้ำกลั่นปรับให้ได้ 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร
3. ใช้ปิเปตดูดมา 10 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 25 มิลลิลิตร หยดฟีนอร์ฟทาลีน (phenolphthalein) 2 – 3 หยด เป็น indicator
4. ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล (normality)
5. จดปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ นำไปคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด เมื่อเทียบกับกรดอะซิติก (% acetic acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรการคำนวณ

$$\% \text{ Acidity} = \frac{\text{ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ x normalityของ NaOHที่ใช้ x กรัมสมมูลย์ของกรดx100 x b}}{\text{ปริมาตรตัวอย่างเริ่มต้นที่ใช้เจือจาง x 1000 x c}}$$

เมื่อ b : ปริมาตรทั้งหมดของสารละลายตัวอย่างที่เจือจาง (100)

c : ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างเจือจางที่ใช้ไตเตรท (10 มิลลิลิตร)

ค่ากรัมสมมูลย์ของกรดอะซิติก (acetic acid) = 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of varince : ANOVA)

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมต่อแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี

judge	T_1	T_2	T_3	total
1	3	3	3	9
2	4	3	3	10
3	2	4	2	8
4	3	4	3	10
5	1	5	2	8
6	2	5	3	10
7	3	4	2	9
8	5	4	2	11
9	4	4	3	11
10	4	5	3	12
total	31	41	26	98
sample mean score	3.1	4.1	2.6	

เมื่อ T_1 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 1

T_2 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 2

T_3 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 3

ระดับคะแนนความชอบ

5 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด

4 คะแนน คือ ชอบ

3 คะแนน คือ เฉยๆ

2 คะแนน คือ ไม่ชอบ

1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance table) ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี

source of variance	SS	df	MS	$F_{cal, sample}$	F_{table}
Sample	11.67	2	5.84	7.04*	3.55
Judge	5.2	9	0.58	0.69^{ns}	2.46
Error	15	18	0.83		
total	31.87	29			

เมื่อ * = significant at 5 % level

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมต่อแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ

judge	T_1	T_2	T_3	total
1	3	4	4	11
2	3	3	3	9
3	2	5	4	11
4	3	5	4	12
5	3	5	3	11
6	3	4	2	9
7	3	4	3	10
8	4	3	3	10
9	5	5	3	13
10	3	4	4	11
total	32	42	33	107
sample mean score	3.2	4.2	3.3	

เมื่อ T_1 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 1

T_2 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 2

T_3 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับคะแนนความชอบ

5 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด

4 คะแนน คือ ชอบ

3 คะแนน คือ เฉยๆ

2 คะแนน คือ ไม่ชอบ

1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด

ตารางภาคผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance table) ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ

source of variance	SS	df	MS	$F_{cal, sample}$	F_{table}
Sample	6.07	2	3.04	5.15*	3.55
Judge	4.7	9	0.52	0.88^{ns}	2.46
Error	10.6	18	0.59		
total	21.37	29			

เมื่อ * = significant at 5 % level

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมต่อแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น

judge	T_1	T_2	T_3	total
1	4	4	4	12
2	4	4	4	12
3	2	4	3	9
4	2	5	3	10
5	3	4	4	11
6	3	5	3	11
7	3	4	2	9
8	5	5	2	12
9	4	5	3	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ)

10	2	5	4	11
total	32	45	32	109
sample mean score	3.2	4.5	3.2	

เมื่อ T_1 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 1

T_2 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 2

T_3 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 3

ระดับคะแนนความชอบ

5 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด

4 คะแนน คือ ชอบ

3 คะแนน คือ เฉยๆ

2 คะแนน คือ ไม่ชอบ

1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด

ตารางภาคผนวกที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance table) ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น

source of variance	SS	df	MS	$F_{cal, sample}$	F_{table}
Sample	11.27	2	5.64	7.62*	3.55
Judge	4.3	9	0.48	0.64^{ns}	2.46
Error	13.4	18	0.74		
total	28.97	29			

เมื่อ * = significant at 5 % level

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมต่อแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ

judge	T_1	T_2	T_3	total
1	3	4	4	11
2	5	5	4	14
3	1	3	3	7
4	3	5	2	10
5	3	5	3	11
6	3	4	3	10
7	3	5	2	10
8	2	4	3	9
9	4	5	2	11
10	5	5	3	13
total	32	45	29	106
sample mean score	3.2	4.5	2.9	

เมื่อ T_1 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 1

T_2 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 2

T_3 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 3

ระดับคะแนนความชอบ

5 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด

4 คะแนน คือ ชอบ

3 คะแนน คือ เฉยๆ

2 คะแนน คือ ไม่ชอบ

1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance table) ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ

source of variance	SS	df	MS	$F_{cal, sample}$	F_{table}
Sample	14.47	2	7.24	11.31*	3.55
Judge	11.47	9	1.27	1.98^{ns}	2.46
Error	11.53	18	0.64		
total	37.47	29			

เมื่อ * = significant at 5 % level

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมต่อแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส

judge	T_1	T_2	T_3	total
1	3	4	4	11
2	4	3	2	9
3	3	4	2	9
4	3	5	4	12
5	4	4	2	10
6	3	5	2	10
7	3	4	3	10
8	3	5	2	10
9	2	3	3	8
10	3	5	4	12
total	3	42	28	101
sample mean score	3.1	4.2	2.8	

เมื่อ T_1 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 1

T_2 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 2

T_3 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับคะแนนความชอบ

5 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด

4 คะแนน คือ ชอบ

3 คะแนน คือ เฉยๆ

2 คะแนน คือ ไม่ชอบ

1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด

ตารางภาคผนวกที่ 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance table) ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส

source of variance	SS	df	MS	$F_{cal, sample}$	F_{table}
Sample	10.84	2	5.44	8.77*	3.55
Judge	4.97	9	0.55	0.89^{ns}	2.46
Error	11.13	18	0.62		
total	26.97	29			

เมื่อ * = significant at 5 % level

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมต่อแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบรวม

judge	T_1	T_2	T_3	total
1	2	4	4	10
2	4	4	2	10
3	2	4	5	11
4	1	5	3	9
5	3	5	3	11
6	3	5	2	10
7	4	3	2	9
8	4	5	2	11
9	4	5	3	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 (ต่อ)

10	3	5	4	12
total	30	45	30	105
sample mean score	3.0	4.5	3.0	

เมื่อ T_1 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 1

T_2 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 2

T_3 = แกงไตปลาบรรจุกระป๋องกระบวนการผลิตที่ 3

ระดับคะแนนความชอบ

5 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด

4 คะแนน คือ ชอบ

3 คะแนน คือ เฉยๆ

2 คะแนน คือ ไม่ชอบ

1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด

ตารางภาคผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance table) ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบรวม

source of variance	SS	df	MS	$F_{cal,\ sample}$	F_{table}
Sample	15	2	7.5	5*	3.55
Judge	3.5	9	0.39	0.26^{ns}	2.46
Error	27	18	1.5		
total	39.5	29			

เมื่อ * = significant at 5 % level

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance)

ตารางภาคผนวกที่ 13 สูตรการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance)

source of variance	sum of square	degree of freedom	mean of square	F
Sample	$\frac{T_1^2+T_2^2+T_3^2-CF}{r}$	T - 1	$\frac{SS,sample}{Df,sample}$	$\frac{MS,sample}{MS,error}$
Judge	$\frac{R_1^2+\ldots+R_{10}^2-CF}{t}$	R - 1	$\frac{SS,judge}{df,judge}$	$\frac{MS,judge}{MS,error}$
Error	SS,total–SS,judge – SS,sample	(t-1) (r-1)	$\frac{SS,error}{Df,error}$	
total	$\sum X_{ij}^2 - CF$	tr - 1		

เมื่อ t = จำนวนตัวอย่าง

r = จำนวนผู้ทดสอบชิม

ตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA และ turkey's test) ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี

1. การคำนวณหา CF (correction factor)

= $(total)^2$ / tr(จำนวนคำตอบทั้งหมด)

= $(98)^2$ / (3 x 10)

= 9604 / 30

= 320.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณหา SS (sum of square)ของทุกตัวแปร

2.1 SS,sample = $[(T_1^2+T_2^2+T_3^2) / r] - CF$

= $[(31^2+41^2+26^2) /10] - 320.13$

= $[(961+1681+676) /10] - 320.13$

= $(3318 / 10) - 320.13$

= $331.8 - 320.13$

= 11.67

2.2 SS,judge = $[(R_1^2+\ldots+R_{10}^2) / t] - CF$

= $[(9^2+10^2+\ldots+12^2) / 3] - 320.13$

= $[(81+100+\ldots+144) / 3] - 320.13$

= $(976 / 3) - 320.13$

= $325.33 - 320.13$

= 5.2

2.3 SS,total = ผลของ (ค่าประเมิน)^2 ทุกค่า -CF

= $\sum X_{ij}^2 - CF$

= $(3^2+4^2+2^2+\ldots+3^2) - 320.13$

= $(9+16+4+\ldots+9) - 320.13$

= $352 - 320.13$

= 31.87

2.4 SS,error = SS,total - SS, judges - SS, sample

= $31.87 - 5.2 - 11.67$

= 15

3. การคำนวณหา df (degree of freedom) ของทุกตัวแปร

3.1 df,sample = $t - 1$

= $3 - 1$

= 2

3.2 df,judge = $r - 1$

= $10 - 1$

= 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 df,total = tr – 1

= (3 x 10) - 1

= 30 – 1

= 29

3.4 df,error = (t – 1) (r – 1)

= (3 – 1) (10 – 1)

= 2 x 9

= 18

4. การคำนวณหา MS (mean square) ของทุกตัวแปร

4.1 MS,sample = SS,sample / df,sample

= 11.67 / 2

= 5.84

4.2 MS,judge = SS,judge / df,judge

= 5.2 / 9

= 0.58

4.3 MS,error = SS,error / df,error

= 15 / 18

= 0.83

5. หาค่า F (Variance ratio) ของ sample และ judge

5.1 F,sample = MS,sample / MS,error

= 5.84 / 0.83

= 7.036

5.2 F,judge = MS,judge / MS,error

= 0.58 / 0.83

= 0.69

สรุปลงในตาราง analysis of variance table (ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ 2 ของแกงไตปลาบรรจุกระป๋องคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตาราง variance ratio - 5 percent points for distribution of F

6.1 พิจารณา % (significant difference level of sample)

$F_{cal,\ sample}$ = 7.036

$F_{table,\ 0.05}$ ที่ df, sample (numerator) = 3

df, judge (denominator) = 18

= 3.55

จากการคำนวณค่า F,sample ที่คำนวณได้ 7.036 มีค่ามากกว่า F ในตาราง 5 percent points for distribution of F คือ 3.55 แสดงว่าแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

6.2 พิจารณาความแตกต่างของ judge

$F_{cal,\ judges}$ = 0.69

$F_{table,\ 0.05}$ ที่ df, judges = 9

Df, error = 18

= 2.46

จากการคำนวณค่า F,judges ที่คำนวณได้ 0.69 มีค่าน้อยกว่าค่า F ในตาราง 5 percent points for distribution of F คือ 2.46 แสดงว่า judges ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p > 0.05$)

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้ turkey's test จากคะแนนเฉลี่ย

A	B	C
3.1	4.1	2.6

เรียงคะแนนเฉลี่ยใหม่จากค่าที่มากที่สุด ไปหาค่าที่น้อยที่สุด

B	A	C
4.1	3.1	2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1 คำนวณหาค่า standard error (SE)

$$= \sqrt{\frac{\text{MS,error}}{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจแต่ละตัวอย่าง}}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.83}{10}}$$

$$= 0.29$$

7.2 เปิดตาราง significant studentized range at the 5 % level หาค่า sig studentized range (SSR)

ที่ t (จำนวนตัวอย่าง) = 3

df,error = 18

= 3.04

7.3 คำนวณหาค่า LSD (least significant difference) ค่าความแตกต่างระหว่างต่ำสุด

LSD = SE x SSR

= 0.29 x 3.04

= 0.88

7.4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง กับ LSD ค่าความแตกต่างให้เรียงจากค่าสูงสุด ถ้าค่าที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยตัวอย่างสูงกว่าค่า LSD แสดงว่ามีความแตกต่างเรียกว่ามีนัยสำคัญ (significant) และถ้าค่าที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยตัวอย่างต่ำกว่าค่า LSD แสดงว่าไม่มีความแตกต่างเรียกว่าไม่มีนัยสำคัญ (non - significant)

B - A =	4.1 - 3.1	=	1 > 0.88	มีนัยสำคัญ
B - C =	4.1 - 2.6	=	1.5 > 0.88	มีนัยสำคัญ
A - C =	3.1 - 2.6	=	0.5 < 0.88	ไม่มีนัยสำคัญ

จากผลการเปรียบเทียบสรุปได้ดังนี้

B	A	C
4.1^{a}	3.1^{b}	2.6^{b}

ดังนั้นค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้