สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตและพัฒนาแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง
Cassia siamea LAMK IN SOY MILK CURRY CANNING PRODUCTION AND DEVELOPMENT

โดย

นางสาวสุพิศ บุญนวน

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร
ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
ปีการศึกษา 2546

วพ.
ส 8327
2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51213
วัน,เดือน,ปี - 7 ก.ค. 2547

b. 1130000274
i.....

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2546

ชื่อเรื่อง การผลิตและพัฒนาแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

Cassia siamea Lamk in Soy Milk Curry Canning Production and Development

ชื่อ-สกุล นางสาวสุพิศ บุญนวน

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตนา บุนนาค

บทคัดย่อ

ได้ทำการผลิตและพัฒนาแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง 3 วิธีการผลิต คือ วิธีการผลิตที่ 1 นำขี้เหล็กขยำกับน้ำใบย่านาง 3 นาที วิธีการผลิตที่ 2 นำขี้เหล็กต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด 3 นาที 1 ครั้ง วิธีการผลิตที่ 3 นำขี้เหล็กต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด 3 นาที 2 ครั้ง แล้วบรรจุกระป๋อง หลังจากนั้นได้นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า วิธีการผลิตที่ 2 โดยการนำขี้เหล็กต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด 3 นาที 1 ครั้ง ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ดังนั้นจึงได้นำวิธีการผลิตที่ 2 ไปทำการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง จากนั้นได้นำไปตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค พร้อมทั้งประเมินต้นทุนการผลิตต่อหน่วย

การผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง ได้ทำการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 117 องศาเซลเซียส เวลา 75 นาที ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว ทำให้เย็นอุณหภูมิลดลง 40-45 องศาเซลเซียส แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30-32 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน จึงได้นำไปตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค จากการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ปรากฏว่า แกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องมีคุณภาพดี กระป๋องไม่บวม ฝากระป๋องโค้งเว้า ค่าความเป็นสุญญากาศอยู่ระหว่าง 13-14 นิ้วปรอท ค่าช่องว่างเหนืออาหารมีค่าอยู่ระหว่าง 5/32-6/32 นิ้ว จากการตรวจสอบทางด้านเคมี ปรากฏว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (พีเอช) อยู่ประมาณ 5.61-5.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และค่าความเป็นกรดเมื่อเทียบกับกรดอะซิติก (percent acetic acid) อยู่ระหว่าง 1.68-1.66 ค่าของแข็งที่ละลายได้ (total soluble solid, ° brix) อยู่ที่ 10 องศาบริกซ์

การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดย 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 10 คน ปรากฏว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวม ของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.9-7.7 ซึ่งเป็นคะแนนของการชอบปานกลางจากผู้ทดสอบ

การประเมินต้นทุนการผลิตต่อหน่วย (บาท/กระป๋อง) ปรากฏว่า ต้นทุนการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องมีราคาต่อหน่วย คือ 13.95 บาท ทั้งนี้ไม่รวมค่าใช้จ่ายต้นทุนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงลงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์จินตนา บุนนาค ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ผู้ให้คำปรึกษาต่างๆ ข้อแนะนำเป็นอย่างดี ขอขอบคุณ คุณธีรศักดิ์ แก้วพะวงศ์ และคุณวุฒินันท์ ฟักสุวรรณ ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ควบคุมดูแลเครื่องมือ อุปกรณ์การผลิตอาหารกระป๋อง ของสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร และผู้ทดสอบชิมทุกๆ ท่าน

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นงานที่เกิดขึ้นจากความรู้ ความคิด ความตั้งใจของผู้จัดทำปัญหาพิเศษเรื่องแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง ดังนั้น ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปัญหาพิเศษฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่นักศึกษา หรือผู้ที่สนใจในด้านการผลิตอาหารกระป๋องของสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุพิศ บุญนวน

1 ตุลาคม 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ขี้เหล็ก..... 3
2.2 กระบวนการผลิตอาหารกระป๋อง..... 9
2.3 การตรวจสอบอาหารกระป๋อง..... 37
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 ศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง 48
4.2 การตรวจสอบคุณภาพของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง..... 49
4.3 การประเมินต้นทุนการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง..... 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ..... 54
5.1 สรุปผลการทดลอง..... 54
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 55
บรรณานุกรม..... 57
ภาคผนวก..... 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัม ของขี้เหล็ก	3
2	ส่วนประกอบและคุณค่าอาหารหลักของนมแม่ นมวัว และนมถั่วเหลือง	5
3	คุณค่าโภชนาการของเนื้อปลา	9
4	ความเป็นกรด-เบส ของอาหารบางชนิด	18
5	ค่า F_0 ในผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด	22
6	ผลการตรวจสอบคุณภาพแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องทางกายภาพ	49
7	ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง	51
8	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องและแกงขี้เหล็กไม่ได้บรรจุกระป๋อง (ตลาดสด)	52
9	ต้นทุนการผลิตของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง (บาท/กระป๋อง)	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะการนำและการพาความร้อนในอาหารกระป๋อง	19
2	การถ่ายเทความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ	20
3	การวัดจุดที่เย็นที่สุดในอาหารกระป๋องที่บรรจุอาหารแข็งและอาหารเหลว	21
4	แผนภูมิแสดงลักษณะการเสียของอาหารกระป๋อง	28
5	วัตถุดิบที่ใช้ผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง	43
6	ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบในการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง	43
7	ขั้นตอนการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องสำเร็จรูป	44
8	ขั้นตอนต่างๆ ในการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง	45
9	การวัดค่าความเป็นสุญญากาศของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องด้วย vacuum gauge	50
10	ลักษณะภายในของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง	51
11	การเตรียมตัวอย่างแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

"ขี้เหล็ก" มีลักษณะทางพฤกษาศาสตร์เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง สูงประมาณ 15–20 เมตร ใบเป็นใบประกอบ ประกอบด้วยใบย่อยประมาณ 6–10 คู่ ใบเรียว ปลายใบมนหยักเว้าหาเส้นกลางใบเล็กน้อย โคนใบกลมสีเขียว ใต้ใบชีดกว่าด้านบนใบมีขนเล็กน้อย ดอกเป็นช่อใหญ่ยาวประมาณ 60 เซนติเมตร กลีบดอกสีเหลืองสด ฝักแบนหนาสีน้ำตาลเข้ม กว้าง 1.2-2 เซนติเมตร มีเมล็ดอยู่ข้างในขี้เหล็กเป็นพืชพื้นเมืองในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทศไทยนิยมปลูกโดยทั่วไป

ส่วนของขี้เหล็กที่ใช้เป็นยา คือ ใช้ใบอ่อนและดอก ช่วงเวลาของขี้เหล็กที่เก็บเป็นยาช่วงเวลาที่มีใบอ่อนและดอกขี้เหล็กออกดอกระหว่างเดือนกรกฎาคม–สิงหาคม ทางด้านสรรพคุณยาไทยของขี้เหล็กจะใช้ดอกตูมและใบอ่อนของขี้เหล็ก ซึ่งให้รสขม ช่วยระบายท้อง ดอกตูมทำให้นอนหลับ เจริญอาหาร คุณค่าด้านอาหารของขี้เหล็ก ดอกตูมและใบอ่อนของขี้เหล็กมีรสขมต้องคั้นน้ำทิ้งหลายๆ ครั้งก่อนจึงนำมาปรุงอาหารได้ นิยมใช้ทำแกงกะทิหรือทานเป็นผักจิ้มช่วยระบายท้องได้ดี ทั้งดอกตูมและใบอ่อน มีสารอาหารหลายอย่าง คือ วิตามินเอ และวิตามินซีค่อนข้างสูง ในดอกมีมากกว่าในใบ (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน 2541 : 64-65)

แกงขี้เหล็กเป็นชื่ออาหารพื้นเมืองของชาวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เข้าใจว่าแกงขี้เหล็กเป็นอาหารที่นิยมรับประทานทุกภาคในประเทศไทย และมีมาตั้งแต่โบราณกาล ขี้เหล็กเป็นชื่อไม้ขนาดใหญ่ชนิดหนึ่งดอกเหลืองดกเป็นช่อใหญ่ ขึ้นอยู่ตามริมน้ำหรือป่าชื้น แต่มีความต้านทานต่อดินฟ้าอากาศทุกประเภท เป็นไม้ที่มีลำต้นสีน้ำตาล แก่แข็งเหนียวและหนักมาก ใช้ทำเสาเรือนและเครื่องตกแต่งบ้าน ส่วนใบอ่อนและดอกจะใช้ประกอบอาหาร ขี้เหล็กมีหลายชนิด เช่น ขี้เหล็กโคก ขี้เหล็กเลือด ขี้เหล็กคันชั่ง และขี้เหล็กดง (_____,อ้างจาก http:// www.isangate.com/local/food-01.htm, 29 มีนาคม 46)

น้ำนมถั่วเหลือง (soy milk, soya milk) การใช้ประโยชน์เป็นอาหาร เมล็ดถั่วเหลืองทำมังสวิรัติ และอาหารเจเพื่อทดแทนโปรตีนเนื้อสัตว์ ทำขนม น้ำนมถั่วเหลืองใช้ประกอบอาหารเป็นน้ำนมจากพืช คุณค่าทางโภชนาการ เมล็ดถั่วเหลืองประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 35,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีน ร้อยละ 50, น้ำมัน ร้อยละ 20, ฟอสฟอรัส 554 มิลลิกรัม ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม มีธาตุแคลเซียมสูง คือ 226 มิลลิกรัม มีน้ำย่อยชนิดหนึ่ง มีวิตามินเอและอื่นๆ นอกจากนี้ยังใช้เป็นยาบำรุงม้าม ขับปัสสาวะ บิด แก้อาการพิษต่างๆ ขาบวม บวมน้ำ ลมพิษและเป็นแผลฝีเรื้อรัง (_____,อ้างจาก http:// www.adenshop.com/samoon/soy.htm, 29 มีนาคม 46)

จากการที่แกงขี้เหล็กเป็นที่รับประทานของคนทั่วไป แต่เนื่องจากแกงขี้เหล็กไม่สามารถเก็บได้เป็นระยะเวลานานและเพื่อให้แกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองเป็นที่แพร่หลายไปทุกท้องถิ่น เพื่อความสะดวกในการบริโภคของผู้บริโภคที่ไม่มีเวลาประกอบอาหารชนิดนี้ ดังนั้น ปัญหาพิเศษเรื่องนี้จึงได้ทำการศึกษาทดลอง ค้นคว้าเกี่ยวกับ การพัฒนาแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องและทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ด้วยวิธี hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 10 คน และตรวจสอบคุณภาพแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องหลังจากการผลิต สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่เพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร
2. เพิ่มมูลค่าของแกงขี้เหล็กให้สูงขึ้น
3. ได้อาหารประเภทแกงบริโภคซึ่งสะดวกสบายในการรับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขี้เหล็ก

2.1.1 ความหมายของขี้เหล็ก

ขี้เหล็กมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Cassia siamea* Lamk มีชื่ออังกฤษ Siamese Cassia, Cassod Tree, Thai Copper Pod ขี้เหล็กอยู่ในวงศ์ Caesalpiniaceae ลักษณะของขี้เหล็ก ต้นขี้เหล็กเป็นไม้ยืนต้น ดอกเป็นช่อสีเหลือง ใบเป็นใบรวมซึ่งประกอบด้วยใบย่อยประมาณ 20 ใบ ฝักแบนอวบยาวประมาณ 15 เซนติเมตร เป็นพืชที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย ศรีลังกา ส่วนที่นำมาใช้ของขี้เหล็กคือ ใบอ่อน ดอกอ่อน เนื้อไม้ สารที่สำคัญที่พบในขี้เหล็ก ส่วนของใบอ่อนและดอกพบสารจำพวก โครโมน (chromone) ซึ่งมีชื่อว่า Barakol ในเนื้อไม้ประกอบด้วยสารแอนทราควิโนน (anthraquinones) หลายชนิด เช่น คาสเซียมิน ไซร์โซฟานอล (cassiamin chrysophanol) ในใบจะมีสาร แอนทราควิโนน (anthraquinones) ชนิด คาสเซียมิน เอไซร์โซฟานอล ไพซัลเฉียน คาร์บอกซิลิก ดิริเวทีฟ เซ็นโนไซด์ (cassiamin A chrysophanol physcionrhein carboxylic derivative sennosides) ด้านประโยชน์ของขี้เหล็กในยาไทยนิยมใช้แก่นเป็นยาระบาย ใบอ่อนและดอกใช้แกงเป็นอาหารมีฤทธิ์เป็นยาระบายอ่อนๆ คุณค่าทางโภชนาการของขี้เหล็กดังในตารางที่ 1 คุณค่าอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัมของขี้เหล็ก (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน, 2541 : 63)

ตารางที่ 1 คุณค่าอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัม ของขี้เหล็ก

	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	โปรตีน	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรท	แคลเซียม (มิลลิกรัม)	ฟอสฟอรัส
ดอก	80	4.94	0.4	14.3	13	4
ใบ	139	7.7	1.9	27.3	156	190

ที่มา : คณะทำงานรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผักในโครงการหนูรักผักสีเขียว, 2542 : 257

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารประเภทแกง หมายถึง วิธีการผสมอาหารหลายๆ สิ่งรวมกับน้ำ แยกเป็นแกงเผ็ดกับแกงจืด แกงเผ็ดสามารถแยกออกได้อีกหลายชนิด

- แกงส้ม เป็นแกงที่มีรสเปรี้ยว เค็ม หวานนิดหน่อย ใช้ผักที่มีตามท้องถิ่นนั้นๆ ผักที่นิยมใช้แกงส้ม เช่น ผักบุ้ง ผักกระเฉด ดอกแค ส่วนเนื้อที่นำมาใช้กับแกงส้ม มีปลา กุ้งน้ำจืดและกุ้งน้ำเค็ม แกงส้มเป็นแกงที่ปรุงรสสามรส น้ำแกงที่ให้รสชาติอร่อยพอดีทั้งสามรสจะทำได้ยากกว่าแกงชนิดอื่น ไม่เปรี้ยวจนเกินไป เค็มขึ้นหน้า หรือมีรสหวานนำ ควรปรุงให้กลมกล่อมทั้งสามรส

- แกงคั่ว เป็นแกงที่ใช้เนื้อสัตว์ประเภท ปลาย่าง ปลากรอบ หรือกุ้งแห้ง อย่างใดอย่างหนึ่งโขลกผสมกับเครื่องแกง เพื่อทำให้น้ำแกงข้นมีกลิ่นหอมชวนน่ารับประทาน แกงคั่วจะไม่ใส่เครื่องเทศจะทำให้มีกลิ่นฉุน ผักที่นิยมใส่แกงคั่ว เช่น ผักบุ้ง สับปะรด เห็ด แกงคั่วจะใช้ผักเป็นหลัก ส่วนเนื้อเป็นส่วนประกอบ รสชาติของแกงคั่วทั่วๆ ไปมีสามรส คือ เปรี้ยว หวาน เค็ม แต่แกงคั่วบางชนิดจะมีสองรส คือ เค็มกับหวาน แกงคั่วเห็ด หรือแกงที่มีลักษณะคล้ายแกงคั่วแต่มีรสชาติออกเค็มอย่างเดียว เช่น แกงขี้เหล็กแกงป่าชนิดต่างๆ

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

2.1.2 น้ำนมถั่วเหลือง

"นมถั่วเหลือง" เป็นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ชนิดหนึ่งที่ผลิตจากโปรตีนถั่วเหลือง ดังนั้น ในนมชนิดนี้จึงไม่มีน้ำตาลแลกโตส แต่จะใช้มาลโตเด็กซ์ทรินอย่างเดียว หรือร่วมกับน้ำตาลทรายแทน ส่วนของไขมันที่ใช้เติมก็มักใช้น้ำมันถั่วเหลืองร่วมกับน้ำมันพืชชนิดอื่น ๆ โดยทั่วไปโปรตีนจากถั่วเหลือง จะขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายไปชนิดหนึ่ง นั่นก็คือ กรดอะมิโนที่ชื่อว่า เมทธิโอนีน ดังนั้น บางยี่ห้อจึงมีการเติมสารเมทธิโอนีนลงไปด้วย ปัจจุบันนมถั่วเหลืองที่ขายอยู่ในท้องตลาดขณะนี้มีเพียง 4 ยี่ห้อด้วยกันคือ นิวตริโซยา ไอโซมิล โปรโซบี และอัลซอย สำหรับราคาของนมชนิดนี้ก็สูงกว่านมธรรมดาเล็กน้อย ส่วนนมถั่วเหลืองในอีกความหมายหนึ่ง ก็คือ น้ำเต้าหู้ที่ทำจากถั่วเหลือง ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องดื่มเสริมสุขภาพที่มีประโยชน์ไม่น้อย เหมาะสำหรับทุกคนในครอบครัว หาซื้อได้ง่ายและราคาก็ถูกด้วย (_____,อ้างจาก http:// www.thaigoodview.com/library/studentshow/st2545/5-4/no01/milk.html, 20 กรกฎาคม 2546)

นมถั่วเหลือง หรือ น้ำเต้าหู้ เป็นผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองที่มีคุณค่าสูง ราคาถูก ทำเองได้ จึงเป็นที่รู้จักกันทั่วไป สามารถใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับเด็กที่มีปัญหาการขาดโปรตีนและพลังงานได้ แต่จะใช้แทนนมวัวไม่ได้ ถ้าต้องการให้เป็นอาหารเสริมแคลเซียม เพราะนมถั่วเหลืองมีแคลเซียมน้อยกว่านมวัวมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบและคุณค่าอาหารหลักของนมแม่ นมวัว และนมถั่วเหลือง

ส่วนประกอบ (กรัม/ 50 มิลลิลิตร)	แม่นม	นมวัว	นมถั่วเหลือง
น้ำ	220	219	217
โปรตีน	3.8	8.5	6.3
น้ำตาลแลคโตส	17.5	12.3	22.5
ไขมัน	8	8	2.8
แคลเซียม	85	295	48
พลังงาน(กิโลแคลอรี่)	155	155	135

ที่มา : http:// www.healthnet.in.th/text/forum2/soilbean/, 20 กรกฎาคม 2546

2.1.3 เครื่องเทศของแกงขี้เหล็ก

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

ประโยชน์ของเครื่องเทศ

1. สามารถใช้เป็นสารกันหืน โดยการหยุดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นด้วยสารประกอบโพลีฟีนอลที่มีอยู่ในเครื่องเทศเล็กน้อย โดยที่สารชนิดนี้จะต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายหรือปัญหาทางด้านสุขภาพ
2. เพิ่มสีสัน โดยจากเครื่องเทศเป็นสีธรรมชาติ ไม่เป็นอันตรายกับผู้บริโภค เช่น ได้สีเหลืองจากขมิ้น สีแดงจากพริก
3. เพิ่มกลิ่น รสชาติของอาหารให้น่ารับประทาน ส่วนใหญ่เป็นรสเผ็ดร้อนจากเครื่องเทศจำพวกพริก
4. ใช้ดับกลิ่นคาวจากอาหาร ใช้เครื่องเทศจำพวกข่าและตะไคร้
5. ถนอมอาหารโดยที่ใช้น้ำมันหอมระเหย มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

ชนิดของเครื่องเทศที่ใช้ในส่วนผสมของการทำแกงขี้เหล็ก

1) พริกแห้ง

มีชื่อเรียกกันแต่ละภาคแตกต่างกันออกไป เช่น พริกแด้ พริกแต้ พริกนก พริกน้ำเมี่ยง (ภาคเหนือ-พายัพ) พริกชี้ฟ้า พริกขี้หนู (ภาคกลาง–เหนือ) ดีปลี (ใต้–ปัตตานี) ดีปลีขี้นก (ภาคใต้) หมักเผ็ด (อีสาน) สรรพคุณของพริก คือ ใช้ในการปรุงรส ช่วยเจริญอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษาอาการอาเจียนโรคหิด กลาก และโรคบิด

ข้อมูลทางเภสัชวิทยา สารสกัดจากพริกทำให้หลอดเลือดและการไหลเวียนของเลือดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ต่อระบบทางเดินอาหาร แคปซายซินทำให้เจริญอาหารและรับประทานอาหารได้มากขึ้นพริกสามารถช่วยกระตุ้นทำให้การเคลื่อนไหวของกระเพาะอาหารเพิ่มขึ้นและน้ำสกัดที่ได้จากพริกจะช่วยลดการบีบตัวของลำไส้ส่วนปลายที่เกิดจากอะโครลีนและฮีสตามีนได้ พริกสามารถมีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ แคปซายซินจะมีผลยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus, B. subtilis*

พริกที่ใช้ในการทำแกงมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น พริกแห้งเม็ดใหญ่สีจะแดงเมื่อนำมาประกอบอาหารจะให้สีสวยแต่มีรสเผ็ดน้อย พริกแห้งเม็ดเล็กลงมาส่วนมากทำมาจากพริกขี้หนู จึงมีรสเผ็ดจัด ให้สีไม่ค่อยแดงนัก และพริกกะเหรี่ยง ลักษณะเม็ดเล็ก ก้านเล็ก มีรสเผ็ดหอม ในการทำแกงควรใช้พริกขี้หนูเนื่องจากแกงต้องการรสชาติที่เผ็ดร้อน 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 ท้องอืด อาหารไม่ย่อย นอกจากนี้พริกไทยยังมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์และพยาธิ เช่น พยาธิเส้นด้าย พยาธิตัวตืด พยาธิใบไม้ และมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Escherichia coli*

พริกไทย จะให้รสเผ็ด ร้อน กลิ่นฉุน เม็ดพริกไทยมี 2 ชนิด คือพริกไทยดำ เม็ดสีดำยังไม่ได้แกะเปลือกออก และพริกไทยแกะเปลือกหรือพริกไทยขาว เม็ดสีขาว กลิ่นฉุนภาคกลางนิยมนำมาใช้ตกแต่งกลิ่นอาหาร โดยเฉพาะใส่ในแกงเผ็ด ในการทำแกงควรใช้พริกไทยขาวในปริมาณที่เหมาะสม หากใช้มากเกินไปจะให้กลิ่นฉุนของพริกไทยรุนแรงทำให้ได้กลิ่นรสที่ไม่ดี การเลือกพริกไทย ควรเลือกที่ใหม่ เม็ดแห้งสนิทและไม่มีแมลงแทะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ข่า

เป็นพืชสมุนไพรที่ใช้เป็นเครื่องเทศมานานแล้ว ส่วนที่ใช้คือเหง้าอ่อนและ เหง้าแก่ เหง้าข่า มีรสเผ็ดปร่าใช้แต่งกลิ่นแต่งรสอาหาร เช่น ใช้เป็นเครื่องปรุงในเครื่องแกง ต้มข่าไก่ ผัดเผ็ด ลาบ ต้มยำ เป็นต้น ข่ามีประโยชน์ช่วยดับกลิ่นคาวของเนื้อและปลา ในเหง้าข่า มีน้ำมันหอมระเหยในปริมาณสูงประกอบด้วยสารหลายชนิด เช่น ซีนีออน (cineol) ยูจีนอล (eugenol) เคมเฟอรอล การบูร และซินนามิคอัลดีไฮด์ เป็นต้น น้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ช่วย ขับลม แก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ แน่น จุกเสียด มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียและยับยั้งเชื้อราที่ผิวหนัง บางชนิดได้อีกด้วย

4) ตะไคร้

ตะไคร้ที่นำมาใช้ในการปรุงอาหารคือ ลำต้นสดและแห้ง ตะไคร้เป็นเครื่องเทศ ที่ใช้ปรุงรส และแต่งกลิ่นรสอาหารไทยหลายชนิด เช่น น้ำพริกแกง ต้มยำ ยำ เป็นต้น ตะไคร้ ช่วยดับกลิ่นคาวและช่วยทำให้รสอาหารดีขึ้น นอกจากนี้ตะไคร้ยังมีฤทธิ์ช่วยขับลม แก้จุกเสียด แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ ในตะไคร้มีธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส และธาตุเหล็ก

ตะไคร้ที่ใช้ทำแกงที่พบเห็นมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ ชนิดก้านอวบขาว เรียกว่า ตะไคร้หยวก เนื้อจะแข็ง ถ้าหากนำมาทำแกงจะมีรสชาติไม่อร่อยเท่าที่ควร ส่วนอีกชนิดหนึ่งเป็น ตะไคร้ต้นสีเขียว ตามกาบใบจะออกสีชมพูนิดหน่อย เนื้อแน่น นุ่ม นำมาเป็นส่วนประกอบของ อาหารจะทำให้มีรสหอม ในการทำแกงถ้าหากใส่ตะไคร้มากเกินไปอาจจะทำให้มีกลิ่นรสที่ไม่ดี ไม่กลมกล่อม การเลือกตะไคร้ ควรเลือกที่ต้นที่อวบ เวลานำตะไคร้มาใช้ให้ตัดส่วนโคนที่ติดกับ รากและตัดส่วนใบทิ้ง ใช้ส่วนของลำต้น ล้างให้สะอาด หั่นตามขวางเป็นท่อนๆ หรือเฉียง เตรียมสำหรับทำแกง

5) กระเทียม

เป็นเครื่องเทศและสมุนไพรส่วนที่ใช้ในการประกอบอาหาร คือ หัวกระเทียม จะให้กลิ่นฉุน รสเผ็ดร้อน ปัจจุบันกระเทียมที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารมี 2 แบบ คือ แบบ หัวเล็ก และแบบหัวใหญ่ ซึ่งกระเทียมหัวเล็กจะมีกลีบเล็ก มีกลิ่นหอมใช้กันโดยทั่วไป ส่วน กระเทียมหัวใหญ่ จะให้กลีบใหญ่ ไม่ค่อยมีกลิ่นฉุนของกระเทียม ในการทำแกงควรเลือกใช้ให้ เหมาะสม การเลือกกระเทียมเลือกที่มีกลีบโตๆ เนื้อแน่น ไม่ฝ่อ และแก่จัด เวลาใช้ให้แกะ กระเทียมออกเป็นกลีบๆ ปอกเปลือกออกกระเทียมจะช่วยดับกลิ่นคาวของอาหารได้มาก แต่ถ้าใช้ มากเกินไปจะทำให้เกิดรสปร่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) กะปิ

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

7) หอมแดง

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

8) ใบย่านาง

ใบย่านางใช้สยบความขมของผักอื่น เช่น ขี้เหล็กและหน่อไม้ ใบย่านางมิได้มีบทบาทในฐานะแหล่งธาตุอาหารแต่ช่วยทำให้อาหารผักชนิดอื่นอร่อยขึ้น ใบย่านางเป็นผักล่องหน เพราะเมื่อใช้ก็ใช้เพียงน้ำต้มใบใส่ในอาหาร นอกจากเป็นอาหารแล้วย่านางยังเป็นพืชสมุนไพรของไทยอีกด้วยเช่นใบของย่านางจะช่วยถอนพิษสุรา ส่วนที่มีสรรพคุณทางสมุนไพรมากที่สุดคือราก

9) กระชาย

กระชายเป็นผักที่อยู่เคียงข้างกับแกง ผัด หลายชนิดเราชอบกลิ่นหอมของกระชายและไม่เพียงจมูกของเราที่ชอบกระชาย แต่กระเพาะกับลำไส้ก็ชอบกระชายด้วย เพราะกระชายช่วยให้ท้องไม่อืด ลมระบายไม่จุกไม่แน่น กินกระชายในจะมีประโยชน์ช่วยในการย่อยอาหาร สารอาหารที่พบมากในรากและเหง้าของกระชายคือ แคลเซียมและวิตามินเอ อาจใช้ราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเหง้าของกระชายมาต้มกับน้ำดื่มช่วยขับลมได้โดยใช้ประมาณครึ่งกำมือ (คณะทำงานรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผักในโครงการหนูรักผักสีเขียว, 2542 :75–364)

2.1.4 เนื้อปลา

เนื้อปลาเป็นเนื้อสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงดังแสดงในตารางที่ 3 นอกจากนี้เนื้อปลายังได้รับความนิยมมากในการนำมาเป็นส่วนผสมของแกงต่างๆ เนื้อปลาที่ใช้เป็นส่วนผสมของแกงต่างๆ มักนำมาย่างก่อนที่จะนำมาใช้ เพราะจะทำให้เนื้อปลาไม่เละและทำให้เนื้อสัมผัสดี เนื้อปลาที่ใช้ได้แก่ เนื้อปลาโอ ปลาทู เป็นต้น (อำนวย โชติญาณวงศ์, 2524 : 37)

ตารางที่ 3 คุณค่าโภชนาการของเนื้อปลา

ชนิดของสาร	เปอร์เซ็นต์ (percent)
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

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 ได้ริเริ่มการใช้กระป๋องเหล็กฉาบดีบุกขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นครั้งแรก ทำให้มีการใช้กระป๋องโลหะนี้แทนขวดแก้วมากขึ้น เนื่องจากกระป๋องโลหะมีราคาถูกกว่าและไม่แตกง่ายเหมือนขวดแก้ว ปัจจุบันกระป๋องโลหะนี้ก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันมากโดยมีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กัน ซึ่งใช้สัญลักษณ์ตัวเลข 3 หลัก ระบุขนาดกระป๋อง คือ เส้นผ่าศูนย์กลางและความสูง เช่น กระป๋องขนาด 307x113 จะหมายถึง กระป๋องที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง $3^{7}/_{16}$ นิ้ว และสูง $1^{11}/_{16}$ 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุมาลี เหลืองสกุล (2535 : 122-123) กล่าวว่า การลวกด้วยน้ำร้อนมีจุดประสงค์คือ

- ช่วยทำลายเอนไซม์ในวัตถุดิบ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่น
- ช่วยกำจัดอากาศออกจากผิวหน้าของวัตถุดิบ
- 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 ถ้ารีบปิดผนึกและทำให้เย็น ไอน้ำจะควบแน่นและทำให้เกิดสุญญากาศได้ และเมื่อถูกทำให้เย็นจะเกิดการหดตัวของอาหาร นอกจากนี้การให้ความร้อนเบื้องต้น (preheat) แก่อาหารช่วยลดระยะเวลาการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อลง การไล่อากาศแบบนี้เหมาะกับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนโดยอุณหภูมิของอาหารขณะบรรจุ และปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะ จะมีผลต่อสุญญากาศที่เกิดขึ้น การบรรจุที่อุณหภูมิสูงและมีช่องว่างเหนืออาหารน้อย จะทำให้เกิดสุญญากาศภายในภาชนะมากขึ้น

4.2 การใช้ความร้อน (thermal exhausting) จะทำภายในภาชนะที่บรรจุอาหารแล้วอาจเปิดฝาหรือปิดฝาบางส่วนผ่านอ่างน้ำร้อนหรือห้องไอน้ำ (exhaust box) ซึ่งควบคุมอุณหภูมิไว้ อาหารและภาชนะบรรจุจะถูกทำให้ร้อนจนมีอุณหภูมิ 80-95 องศาเซลเซียส แล้วรีบนำไปปิดฝาทันที วิธีนี้เหมาะสมสำหรับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อน ซึ่งจะเพิ่มอุณหภูมิของอาหารได้อย่างรวดเร็ว สำหรับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจใช้วิธีนี้ได้แต่จะต้องให้ความร้อนเป็นเวลานาน จนกว่าอุณหภูมิของอาหารจะสูงขึ้นถึงอุณหภูมิที่กำหนด วิธีนี้มักใช้ควบคู่กับการบรรจุขณะร้อน ในการให้ความร้อน สุญญากาศจะเกิดเนื่องจากอุณหภูมิอาหารขณะปิดฝา และปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหาร

4.3 การใช้วิธีกล (mechanical exhausting) ทำโดยการปิดผนึกภาชนะที่บรรจุอาหารแล้วภายใต้สภาวะสุญญากาศซึ่งเกิดจากเครื่องมือกล โดยไม่จำเป็นต้องให้ความร้อนแก่อาหาร เหมาะสำหรับอาหารที่ไม่ทนความร้อนหรืออาหารแห้ง วิธีนี้สามารถทำให้เกิดสุญญากาศภายในภาชนะบรรจุสูง เนื่องจากสุญญากาศที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดเนื่องจากการหดตัวของอาหารหรือการควบแน่นของไอน้ำ ดังนั้นอุณหภูมิของอาหารขณะปิดฝาและปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารจะไม่มีผลต่อสุญญากาศที่เกิดขึ้น 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารกระป๋องเมื่อผ่านการให้ความร้อนจะทำให้เกิดแรงดันภายในมากแรงดันภายในเหล่านี้จะถูกควบคุมโดยการขยายตัวของกระป๋องและการโป่งพองของฝากระป๋องซึ่งรีดลอนไว้ ดังนั้นจึงต้องเหลือช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุไว้ส่วนหนึ่งเพื่อรองรับการขยายตัวของอาหารและก๊าซภายในภาชนะบรรจุ และช่องว่างนี้ยังช่วยในการถ่ายเทความร้อน ในกรณีที่มีการพลิกกลับไปมาของภาชนะบรรจุในระหว่างการให้ความร้อน

ในการบรรจุและการไล่อากาศ มีตัวแปรที่ต้องควบคุม 3 ประการ คือ

1) ชนิดและปริมาณของก๊าซในช่องว่างเหนืออาหารที่บรรจุ โดยปกติมักจะเป็นอากาศในบางกรณีมักมีการบรรจุก๊าซเฉื่อยแทน

2) ปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหาร โดยทั่วไปจะต้องควบคุมปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะบรรจุมีค่าไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรภาชนะบรรจุ การวัดช่องว่างภายในภาชนะบรรจุ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การวัดระยะทางจากขอบบนของส่วนโค้งหรือตะเข็บจนถึงผลิตภัณฑ์ และการวัดระยะจริงจากฝากระป๋องจนถึงผลิตภัณฑ์ ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ถ้าปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารน้อยเกินไปอันเนื่องมาจากการบรรจุอาหารที่มากเกินไป เวลาในการฆ่าเชื้อที่คำนวณไว้อาจไม่เพียงพอเนื่องจากอัตราการส่งผ่านของความร้อนลดลง และมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของอาหารภายใน ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลง ค่า F_0 ของกระบวนการจะลดลง ถ้าปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารมากเกินไปจะทำให้น้ำหนักสุทธิของอาหารต่ำกว่ามาตรฐานอากาศภายในภาชนะบรรจุที่มากเกินไปจะทำให้อาหารซึ่งเก็บภายในภาชนะบรรจุเกิดการเสื่อมเสียและภาชนะบรรจุเกิดการกัดกร่อน

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลดแรงดันภายในภาชนะบรรจุ ในระหว่างการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ ทำให้ส่วนของฝาภาชนะบรรจุไม่เกิดการบิดเบี้ยว เสียรูปทรง หรือไม่เกิดการรั่วที่ตะเข็บ

ระดับสุญญากาศที่น้อยเกินไปจะทำกระป๋องหรือภาชนะบรรจุมีลักษณะบวมเนื่องจากแรงดันภายในของก๊าซเมื่อขยายตัว เมื่อได้รับความร้อนระหว่างการฆ่าเชื้อจะดันฝาภาชนะให้เปิดออก ระดับสุญญากาศที่มากเกินไปจะทำให้ภาชนะบุบ กรณีนี้มักเกิดกับภาชนะบรรจุที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากพื้นที่ผิวในการรับแรงกดดันของบรรยากาศมาก (Heid and 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 ในน้ำหรือน้ำเกลือจะช่วยย่นเวลาในการให้ความร้อน แต่ถ้าเป็นอาหารข้น เช่น ครีม จะต้องใช้เวลานานขึ้นอาหารที่เป็นกรดจะต้องการเวลาให้ความร้อนน้อยกว่าอาหารที่เป็นกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้ความร้อนนั้นจะทำให้หม้อนึ่งซึ่งอาจใช้ความดันหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารปัจจุบันการให้ความร้อนแบบ HTST จะใช้เครื่องมือพิเศษในการให้ความร้อนฆ่าเชื้อในภาชนะบรรจุและฝาทีละมากๆ แล้วจึงบรรจุอาหารและปิดผนึกภาชนะบรรจุ ภายใต้สภาพปลอดเชื้อ เช่น วิธี HCF (heat-cool-fill) แต่ถ้าเกรงว่าอาจมีจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสียหลงเหลืออยู่ก็อาจให้ความร้อนอีกครั้งหนึ่งหลังการบรรจุก็ได้แต่ใช้ความร้อนต่ำกว่าครั้งแรก เช่น การผลิตน้ำมะเขือเทศกระป๋อง หรืออาจใช้ความร้อนร่วมกับการถนอมอาหารวิธีอื่น เช่น ใช้ความดันทำลายเชื้อในอาหารก่อนบรรจุในภาชนะแล้วจึงให้ความร้อน อาหารแห้งกระป๋องมักทำให้อาหารแห้งลงโดยการลดน้ำหนักของอาหารลงอย่างน้อยครึ่งหนึ่งจากเดิมแล้วจึงบรรจุกระป๋องหรือใช้ความร้อนร่วมกับการเติมสารเคมีหรือการฉายรังสี 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* จะถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิไม่สูงนักประมาณ 82.2–93. องศาเซลเซียส แต่สปอร์และสารพิษในสปอร์ค่อนข้างทนความร้อนสูงจึงเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคหากใช้ความร้อนฆ่าเชื้ออาหารไม่เพียงพอ เพราะปริมาณสารพิษเพียงเล็กน้อยประมาณหนึ่งในล้านส่วนสามารถทำให้ถึงแก่ความตายได้ จากการศึกษาพบว่า สปอร์ของ *Cl. botulinum* ชนิด A ทนความร้อนสูงมาก ณ อุณหภูมิน้ำเดือดจะอยู่ได้นานถึง 4 ชั่วโมง ในอุตสาหกรรมอาหารการทดสอบว่าปริมาณความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้ออาหารเพียงพอหรือไม่นั้นจะใช้เชื้อ P.A.3679 เป็นตัวทดสอบเพราะ สปอร์มีคุณสมบัติทนความร้อนได้ดีเช่นเดียวกับสปอร์ของ *Cl. botulinum* แต่ไม่สร้างสารพิษและสะดวกในการนำมาใช้งาน นอกจากนี้ยังตรวจสอบการเสื่อมเสียของอาหารจากเชื้อนี้ได้ง่ายเพราะมีก๊าซเกิดขึ้น

การฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องถือเอาอุณหภูมิและเวลาที่ทำลายสปอร์ของ *Cl. botulinum* เป็นหลักถ้าอาหารปลอดภัยจากสปอร์และสารพิษของเชื้อนี้ก็จะปลอดภัยจากเชื้อชนิดอื่นด้วย พบว่าที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที สามารถทำลายสปอร์ของ *Cl. botulinum* ได้แต่อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของอาหารอาหารที่เป็นกรดสูงจะใช้ความร้อนในการทำลายเชื้อน้อยกว่าอาหารที่เป็นกรดต่ำ ดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมจึงนิยมเติมกรดลงในอาหารบางชนิดเพื่อลดปริมาณความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

1. คุณสมบัติในการทนต่อความร้อนของสปอร์จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร การทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารต้องพิจารณาระดับอุณหภูมิและปริมาณความร้อนที่ต้องการ นอกจากนี้ยังต้องศึกษาถึงความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์

2. อัตราเร็วที่ปริมาณความร้อนแทรกผ่านไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหาร เวลาที่ใช้จะทำให้จุดที่ร้อนช้าที่สุดในภาชนะถึงอุณหภูมิที่ต้องการ

ความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์

1. ชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์เริ่มต้น ความร้อนในการทำลายยีสต์และราจะง่ายกว่าแบคทีเรียและสปอร์ของแบคทีเรียทนความร้อนได้ดีกว่าเซลล์ธรรมดาของแบคทีเรีย (vegetative cell) ระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อขึ้นกับจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น ถ้าปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นมากกว่าที่กำหนดไว้อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดไว้ในกระบวนการฆ่าเชื้อก็จะไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้หมดก่อให้เกิดปัญหาอาหารผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ (under process)

2. อายุของจุลินทรีย์ ระยะการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะมีผลต่อการทนทานความร้อนจุลินทรีย์มีความต้านทานต่อความร้อนได้สูงสุดในระยะสเตชั่นนารีเฟส (stationary phase) รองลงมาคือ ช่วงแลกเฟส (lag phase) ซึ่งเป็นช่วงพักตัวก่อนเริ่มการเจริญเติบโต ส่วนช่วงลอการิทึมเฟส (logarithm phase) จุลินทรีย์ไม่ทนร้อน

3. อุณหภูมิ จุลินทรีย์จะทนความร้อนได้มากที่สุดเมื่อเจริญในสภาพที่อุณหภูมิเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (optimum temperature) ดังนั้นอุณหภูมิที่อาหารถูกทิ้งไว้ก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อ จะมีผลต่อการต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์

4. ลักษณะอาหาร จุลินทรีย์สามารถทนความร้อนได้มากขึ้นเมื่อปริมาณน้ำอิสระในอาหารลดลง (water activity) สารประกอบต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของอาหาร เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกลือ (เกลือของแคลเซียมและแมกนีเซียม) รวมทั้งเกลือแกงและน้ำตาลที่เติมซึ่งผลช่วยเพิ่มความต้านทานของจุลินทรีย์

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

7. การทำให้เย็น (cooling)

หลังจากผ่านกระบวนการให้ความร้อนแล้วจะต้องรีบทำให้อาหารกระป๋องเย็นลงทันทีโดยให้กระป๋องแช่ในน้ำเย็นจัด หรือโดยการพ่นน้ำเย็นจัดใส่กระป๋องแต่การฉีดพ่นด้วยน้ำเย็นจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเล็กน้อย เนื่องจากสามารถเกิดการระเหยของน้ำที่ผิวกระป๋องได้ทำให้ลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อุณหภูมิได้เร็วกว่า การทำให้เย็นมีจุดประสงค์เพื่อป้องกันการสูญเสียคุณภาพของอาหารเนื่องจากความร้อนส่วนเกิน โดยการลดอุณหภูมิของอาหารหลังจากฆ่าเชื้อแล้วลงอย่างรวดเร็วด้วยน้ำเย็นจนอุณหภูมิลดถึงระดับหนึ่งซึ่งยังมีความร้อนเหลืออยู่ พอที่จะทำให้ผิวนอกของกระป๋องแห้งสนิท ปราศจากหยดน้ำที่เกาะอยู่บนกระป๋องเพื่อป้องกันการเกิดสนิมบนกระป๋องขณะเก็บรักษา แต่ไม่ควรลดอุณหภูมิของกระป๋องต่ำเกินไปเนื่องจากถ้าลดอุณหภูมิต่ำเกินไปหลังจากนำขึ้นจากน้ำยังมีความร้อนเหลืออยู่ไม่เพียงพอที่จะทำให้กระป๋องแห้งเมื่อสิ้นสุดกระบวนการทำให้เย็นแล้วจะต้องใช้ลมเป่าให้ภาชนะบรรจุแห้งช่วยป้องกันการเกิดสนิมของกระป๋อง

ถ้าภาชนะบรรจุเป็นแก้วหรือกระป๋องขนาดใหญ่จะต้องใช้เวลาในการทำให้เย็นนานขึ้น การทำให้เย็นจะต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยงการแตกของภาชนะบรรจุ น้ำที่ใช้ในการทำให้เย็นต้องเป็นน้ำที่สะอาด เนื่องจากภาชนะบรรจุรั่วจะเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหาร ทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียได้และน้ำที่ใช้นั้นควรเป็นน้ำอุ่นก่อน แล้วจึงค่อยๆ ปรับอุณหภูมิให้เย็นลงตามลำดับ

การลดอุณหภูมิในอัตราที่ช้าเกินไปจะทำให้เกิดการเจริญของสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ทนความร้อน มีผลให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียเพราะว่าจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูงจะยังสามารถเจริญได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม จุลินทรีย์ในกลุ่มแฟลตซาวร์ (flat sour) ที่ทำให้อาหารกระป๋องเสื่อมเสีย โดยกระป๋องไม่บวมสามารถเจริญได้ที่ 48.9-71.1 องศาเซลเซียส จึงควรทำให้กระป๋องเย็นอย่างรวดเร็วหลังการฆ่าเชื้อ (สุมาลี เหลืองสกุล, 2535 : 124)

8. การปิดฉลากและการบรรจุ (labeling and packing)

เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการผลิต ก่อนที่จะจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไปสู่ผู้บริโภคต่อไป (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร,2543 : 116-129)

2.2.3 การแบ่งประเภทอาหาร

ชนิดของอาหารมีผลต่อระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องแบ่งชนิดของอาหารออกเป็นกลุ่ม เพื่อสะดวกในการพิจารณาใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้ออาหารให้เหมาะสม

1. การแบ่งชนิดของอาหารตามความเป็นกรด-เบส

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51213

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

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

การกำหนด พีเอช 4.6 เป็นเกณฑ์ในการแบ่งชนิดอาหารเนื่องจาก *Cl. botulinum* จะไม่เจริญเติบโตหรือสร้างสารพิษที่ พีเอช ต่ำกว่า 4.6 การใช้ความร้อนในระดับน้ำเดือด (100 องศาเซลเซียส) ก็เพียงพอที่จะฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ให้หมดไปได้

ตารางที่ 4 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

2. การแบ่งชนิดของอาหารตามลักษณะการถ่ายเทความร้อน

ลักษณะการถ่ายเทความร้อนในอาหารมีผลต่อการคำนวณเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ การถ่ายเทความร้อนเข้าไปในภาชนะบรรจุแบ่งได้ 3 วิธี คือ วิธีการพาความร้อน การนำความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน

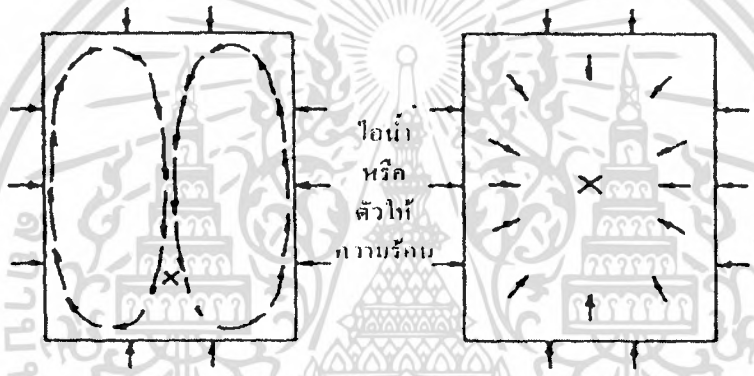
การพาความร้อน หมายถึง การที่ความร้อนจะถูกพาเข้าไปในอาหารกระป๋องโดยโมเลกุลของตัวกลาง ที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

การนำความร้อน หมายถึง การส่งผ่านความร้อนจากโมเลกุลของตัวกลางโมเลกุลหนึ่ง ไปยังอีกโมเลกุลหนึ่ง ซึ่งวิธีนี้จะถ่ายเทความร้อนได้ช้ากว่าวิธีแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการแผ่รังสีความร้อนนั้น จะเป็นการถ่ายเทพลังงานความร้อน เช่น แสง ฯลฯ

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



การส่งผ่านความร้อนแบบการพา การส่งผ่านความร้อนแบบการนำ

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

มีการแบ่งชนิดของอาหารตามลักษณะการถ่ายเทความร้อนและลักษณะการบรรจุของอาหารกระป๋องไว้ดังนี้คือ

1) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาอย่างรวดเร็วตลอดระยะเวลาการฆ่าเชื้อ เช่น น้ำผัก น้ำผลไม้ นม ผลไม้บรรจุในน้ำเชื่อม ผักบรรจุน้ำเกลือ เนื้อสัตว์บรรจุ ในน้ำเกลือ ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้ถ้ามีชิ้นใหญ่จะมีการพาความร้อนช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

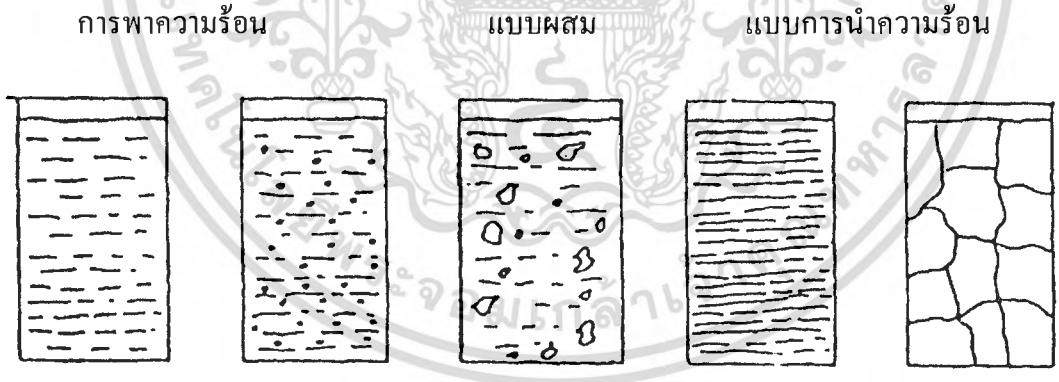
2) ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพา แต่ช้ากว่าแบบแรก เช่น ผลิตภัณฑ์ผัก ผลไม้ หรือเนื้อสัตว์ที่บรรจุแน่นขึ้น ทำให้มีน้ำซึ่งเป็นตัวพาความร้อนลดลง

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



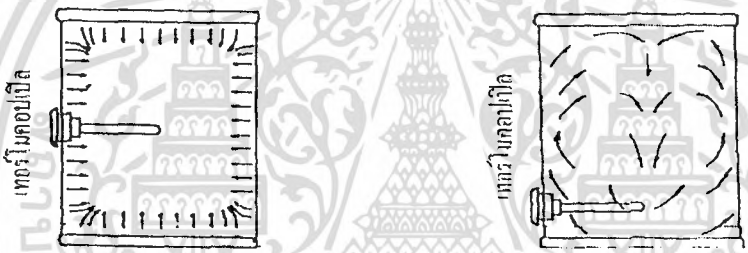
ภาพที่ 2 การถ่ายเทความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร,2543 : 129

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ดังในตารางที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 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) ในที่อุณหภูมิสูงภายใต้สภาพกึ่งมีอากาศและไม่มีอากาศตัวอย่างของจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้แก่ *Bacillus stearothermophilus* ซึ่งสามารถเจริญในอาหารกระป๋องได้ โดยที่ปริมาณของสปอร์ชนิดนี้ที่มีอยู่ในดินจะมีความแตกต่างกันตามสภาพภูมิอากาศ และส่วนประกอบด้านแร่ธาตุที่มีอยู่ภายในดิน เช่น ปริมาณของแมงกานีส (Mn) แคลเซียม (Ca) และฟอสฟอรัส (P) ในดินที่มีแร่ธาตุดังกล่าวจะมีผลทำให้มีสปอร์ของแบคทีเรียชนิดนี้ค่อนข้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Thermophilic 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 กระป๋องจะมีลักษณะผิดปกติแต่เมื่อกระทบกับของแข็งแรงๆ ก้นหรือฝาจะบวมออกมา เมื่อใช้มือกดเบาๆ มันจะยุบกลับเข้าไปและมีลักษณะปกติหรือเมื่อนำ ไปไว้ ณ อุณหภูมิสูงฝากระป๋องจะบวมออกมา เมื่อใช้มือกดยุบและกลับบวมมีเสียงฟุบฟิบ แต่เมื่อทิ้งไว้ให้อุณหภูมิเย็นลง กระป๋องจะมีลักษณะปกติ

2) Springer กระป๋องจะบวมเพียงด้านเดียวหรือทั้งสองด้าน แต่เมื่อใช้มือกดด้านที่บวมจะยุบลง แล้วด้านตรงข้ามจะบวมหรือยุบลงสู่ลักษณะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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

- Hydrogen swell มีสาเหตุมาจากการอาบดีบุกหรือเคลือบดีบุกไม่ดีเมื่อนำอาหารที่มีความเป็นกรดสูงไปบรรจุกรดในอาหารจะไปทำปฏิกิริยากับโลหะ ณ จุดนั้นทำให้เกิดแก๊สไฮโดรเจนขึ้นภายในกระป๋อง เมื่อมีปริมาณมากก็จะทำให้กระป๋องบวม

- Nitrite swell มีสาเหตุมาจากการผสมดินประสิวลงไปในเนื้อมากเกินไปหรือผสมกันอย่างไม่สมบูรณ์ ทำให้มีไนเตรทหลงเหลืออยู่มากและเมื่อรวมกับออกซิเจนใน head space จะกลายเป็นแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2) ทำให้กระป๋องบวม

- Detinning มีสาเหตุมาจากอาหารที่บรรจุอยู่ในกระป๋องมีกรดออกซาลิก (oxalic acid) อยู่มากทำให้ดีบุกที่เคลือบไว้หลุดลอกออกมา

- Discoloration มีสาเหตุมาจากอาหารที่บรรจุอยู่ภายในมีสารกำมะถันประกอบอยู่สูง เช่น เนื้อปู เป็นต้น สารกำมะถันจะไปทำปฏิกิริยากับโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของกระป๋องเกิดเป็น เหล็กซัลไฟด์ (FeS) ละลายน้ำแล้วแทรกซึมเข้าไปในเนื้ออาหารทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีสีดำ

- การเกิดสนิม (rusting) มักจะเกิดในส่วนของ head space เนื่องจากออกซิเจนไปทำปฏิกิริยากับโลหะของกระป๋อง เกิดสนิมของโลหะออกไซด์

2.2 การเสียเนื่องจากปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ (physical spolage) มีสาเหตุดังนี้ คือ

- Overfilling การบรรจุอาหารมากเกินไปทำให้เกิดกระป๋องบวมชนิด soft swell หรือ springer เป็นผลทำให้ภายในกระป๋องเกิดสภาพมีสุญญากาศและช่องว่างที่ head space ไม่ได้มาตรฐาน

- Poor exhaust การไล่อากาศออกจาก head space ไม่หมดทำให้เกิดกระป๋องบวมชนิด flipper เมื่อนำอาหารไปเก็บไว้ ณ อุณหภูมิสูงหรือโกดังเก็บมีอุณหภูมิสูงขึ้นจึงเกิด การบวมดังกล่าว

- "Carbon dioxide" swells การที่ภายในกระป๋องมีสภาพสุญญากาศน้อยทำให้เกิดปฏิกิริยาที่เรียกว่า browning reaction ระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโน (amino acid) เมื่อโกดังเก็บมีอุณหภูมิสูงขึ้นผลของปฏิกิริยาทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้กระป๋องบวม ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มไม่น่ารับประทาน

- Glass-like deposits การ cooling ไม่ดีหลังจากให้ความร้อนแล้วไม่ทำให้เย็นทันที ทำให้เกิดผลึกคล้ายแก้วโดยเฉพาะปูกระป๋อง ผลึกเหล่านี้ไม่มีโทษเกิดจากสารประกอบตาม ธรรมชาติของอาหาร การควบคุมกระบวนการผลิตบางครั้งก็ทำได้ยากและไม่สม่ำเสมอ ดังนั้น การแก้ไขอาจใช้สารพวก chelating agents แต่ต้องเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด อาหารกระป๋องที่เสียเนื่องจากปฏิกิริยาทางฟิสิกส์สามารถนำมาบริโภคได้ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ แต่ลักษณะของอาหารที่ปรากฏให้เห็นจะมีลักษณะผิดปกติ เช่น ปลาในซอสมะเขือเทศ จะเห็นว่าเนื้อปลายังปกติแต่ซอสมีสีแดงคล้ำลงหรือปลาในซอสมัสตาด จะเห็นว่าซอสมัสตาดมีสีน้ำตาลคล้ำแต่เนื้อปลาปกติ เป็นต้น การเสียของอาหารกระป๋องจากข้อ 2.1 และ 2.2 บางครั้งเราเรียกว่า non-microbial spoilage

2.3 การเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ (microbial spoilage) เกิดจากสาเหตุดังนี้ คือ

- Pre-processing หรือ incippient spoilage อาหารเสียก่อนที่จะนำเข้า retort อาจจะมีสาเหตุมาจากจุลินทรีย์หรือเอนไซม์ในอาหารก็ได้ การเสียชนิดนี้กระป๋องจะมีลักษณะปกติแต่เนื้ออาหารด้านในมีลักษณะผิดปกติ การตรวจทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ทำได้โดยให้ใช้วิธีดูเซลล์ภายใต้ กล้องจุลทรรศน์หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า direct smear

- Gross-underprocessing อาหารเสียเนื่องจากลืมเอาเข้า retort แต่ปัจจุบันนี้ไม่ค่อยมีปัญหาเพราะได้มีการติดกาวเทปเอาไว้ เมื่อโดนความร้อน กาวเทปก็จะเปลี่ยนสีทำให้ ไม่หลงลืมว่าส่วนใด หรือ Lot ใดที่ยังไม่ได้นำเข้า retort

- 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 ทั้งนี้เพราะสภาพแวดล้อมของโรงงานไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญของแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ในกลุ่ม anaerobes

1.2 ส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตอาหาร เช่น น้ำตาล แป้ง และเครื่องเทศ เป็นต้น ส่วนประกอบดังกล่าวอาจเป็นแหล่งของแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ทั้งในกลุ่ม anaerobes และ facultative

1.3 ช่วงการล้างวัตถุดิบ ถ้าล้างดินที่ติดมากับวัตถุดิบออกไม่หมดก็มีโอกาสสูงที่จะมีการปนเปื้อนของสปอร์ที่ติดมากับดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ภาพที่ 4</u> แผนภูมิแสดงลักษณะการเสียของอาหารกระป๋อง

ที่มา : มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2538 : 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 จุลินทรีย์ที่สำคัญและเป็นสาเหตุทำให้อาหารกระป๋องเสีย แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ

1) พวกชอบอุณหภูมิสูง (thermophiles)

แบคทีเรียชนิดนี้จะเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มักปนเปื้อนมาจากส่วนประกอบของอาหาร เช่น แป้งและน้ำตาล เป็นต้น การที่อาหารกระป๋องเสียเพราะแบคทีเรียพวกนี้ก็เนื่องมาจาก การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอหรือหลังจากให้ความร้อนแล้วไม่ได้ทำให้อาหารกระป๋องเย็นทันทีสปอร์ของแบคทีเรียมีโอกาสงอกและเจริญได้เราสามารถแบ่งแบคทีเรียพวกชอบอุณหภูมิสูงที่ทำให้อาหารกระป๋องเสียออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

- การเสียแบบแฟลตซาวร์ การเสียแบบนี้ได้ชื่อมาจากลักษณะ กระป๋องที่เสีย คือ กระป๋องยังคงมีลักษณะแบนเหมือนกระป๋องปกติในขณะที่อาหารภายในมีรสเปรี้ยว เนื่องจากการผลิตกรดแลกติคของแบคทีเรีย ดังนั้นการเสียแบบนี้จึงไม่สามารถสังเกตจากลักษณะของกระป๋องได้แต่ต้องเปิดกระป๋องนำมาเพาะเชื้อจึงทราบการเสียแบบนี้จะเกิดในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ เช่น ข้าวโพด ถั่วกระป๋อง โดยมีสาเหตุมาจาก *Bacillus* ชนิดต่างๆ เช่น *B. coagulans* ทำให้น้ำมะเขือเทศกระป๋องเสียโดยทั่วไปมี *Bacillus* หลายชนิดผลิตกรดโดยไม่ให้ก๊าซในอาหาร ซึ่งมีทั้งมีโซฟายล์ ฟาคัลเททีฟเทอร์โมฟายล์ หรือออปลิเกตเทอร์โมฟายล์ แต่สปอร์ของมีโซฟายล์จะถูกทำลายเพราะไม่ค่อยทนความร้อนจึงมักไม่ใช่สาเหตุของการเสียแบบแฟลตซาวร์ ส่วนสปอร์ของเทอร์โมฟายล์จะทนความร้อนได้ดีจึงมักเป็นสาเหตุของการเสียแบบแฟลตซาวร์ สำหรับออปลิเกตเทอร์โมฟายล์ เช่น *B. stearothermophilus* และ *B. pepo* ซึ่งทนความร้อนได้ดีแต่เจริญในอาหารไม่ได้ถ้าไม่เก็บอาหารไว้ในที่อุณหภูมิสูงหรือทำให้อาหารเย็นช้าเกินไปในขณะที่ฟาคัลเททีฟเทอร์โมฟายล์เจริญได้ในอุณหภูมิทั่วไป แฟลตซาวร์แบคทีเรียมักจะปนเปื้อนกับเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ เช่น เครื่องลวกและส่วนผสมของอาหาร ได้แก่ น้ำตาล แป้ง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเสียแบบทีเอ แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุการเสียแบบนี้มีชื่อว่า T.A. ซึ่งมาจากคำว่า "thermophilic anaerobe not producing hydrogen sulfide" หรือหมายถึง *Clostridium thermosaccharolyticum* ซึ่งเป็นพวกออปลิเกตเทอร์โมฟายล์ สร้างสปอร์และไม่ต้องการออกซิเจน ย่อยน้ำตาลในอาหารที่เป็นกรดต่ำและปานกลางแล้วให้กรดกับก๊าซ ก๊าซที่เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนทำให้อาหารกระป๋องที่เก็บไว้ในอุณหภูมิสูง เป็นเวลานานเกิดการบวมจนอาจถึงขั้นระเบิดได้ อาหารที่เสียมีรสเปรี้ยว แบคทีเรียชนิดนี้เจริญในอาหารเหลว เช่น thioglycollate broth ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ได้ดีและมีแหล่งที่มาเช่นเดียวกับแฟลตซาวร์แบคทีเรีย

- การเสียแบบเกิดซัลไฟต์ การเสียแบบนี้มีสาเหตุจาก *Clostridium nigrificans* ซึ่งทนความร้อนได้น้อยกว่า 2 พวกแรก เราจึงไม่พบในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ แต่พบในอาหารกระป๋องที่ลืมนำเข้าฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิสูงการเสียแบบนี้สังเกตได้จากการเกิดสีดำของเฟอรัสซัลไฟต์ซึ่งเป็นผลของการทำปฏิกิริยากันระหว่างไฮโดรเจนซัลไฟต์กับธาตุเหล็กและมีกลิ่นเหม็นแบคทีเรียนี้มีแหล่งที่มาเช่นเดียวกับ 2 แบบแรก

2) พวกชอบอุณหภูมิปานกลาง (mesophiles)

แบคทีเรียชนิดนี้จะเจริญที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส 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* เป็นพวกที่ย่อยโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้หรือพวกพิวทริแฟ็กทีฟ ซึ่งย่อยโปรตีนแล้วให้สารประกอบที่มีกลิ่นเหม็น เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟต์ เมอแคปแทน แอมโมเนีย และ อื่นๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว พิวทริแฟ็กทีฟแอนแอโรบซึ่งเจริญได้ดีในอาหารที่เป็นกรดต่ำ เช่น ถั่ว ข้าวโพด เนื้อสัตว์ ปลา เป็นต้น จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนออกมาด้วยกระป๋องจึงบวมสปอร์ของพวกพิวทริริกแฟ็กทีฟแอนแอโรบ ทนความร้อนได้สูง ดังนั้นการเสียของอาหารกระป๋องที่ได้รับความร้อนที่ฆ่าเชื้อต่ำการเสียจึงมัก เป็นแบบแฟลตซาวร์ ทีเอ และฟิวทริแฟ็กชั่น

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

Bacillus ที่เป็นสาเหตุของการเสียจะมีสปอร์ที่ถูกทำลายในอุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาสั้น มีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่ยังคงทนอยู่ได้หลังจากการให้ความร้อนด้วยไอน้ำเดือดและสปอร์ที่ยังมีชีวิตอยู่ไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นสาเหตุของการเสียเสมอไป เพราะสภาพแวดล้อมอาจไม่เหมาะสมต่อการงอกหรือเจริญ เช่น บางชนิดต้องการออกซิเจนดังนั้นจึงไม่เจริญในภาชนะบรรจุที่ไล่อากาศออกได้หมด หรืออาหารที่มีความเป็นกรดสูง ในอาหารที่เป็นกรดต่ำบรรจุกระป๋องที่ผลิตในครัวเรือนและผ่านความร้อน 100 องศาเซลเซียส 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*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าพบว่ามีแบคทีเรียชนิดที่ไม่สร้างสปอร์อยู่ในอาหารกระป๋องที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแล้วแสดงว่าอาหารนั้นได้รับความร้อนต่ำหรือมีการปนเปื้อนทางรูรั่วของภาชนะบรรจุ เซลล์ของแบคทีเรียบางชนิดจะทนต่อความร้อนได้ค่อนข้างดี จึงอาจยังคงมีชีวิตอยู่หลังผ่านการพาสเจอไรส์ได้ แบคทีเรียเหล่านี้ได้แก่ *Enterococci, Streptococcus, Thermophilus, Micrococcus, Lactobacillus* และ *Microbacterium* มีผู้เคยพบ *Leuconostoc* เจริญในผลิตภัณฑ์มะเขือเทศและผลไม้อื่นๆ ที่ได้รับความร้อนไม่เพียงพอและผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากพอที่จะทำให้กระป๋องบวมได้ นอกจากนี้ยังพบ *S. faecalis* หรือ *S. feacium* ในแฮมกระป๋องซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อมาเพียงบางส่วนเท่านั้นและทำให้แฮมเสียได้เมื่อเก็บไว้เป็นเวลานาน

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

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

- การเสียที่มียีสต์เป็นสาเหตุ

ยีสต์จะถูกทำลายได้ง่ายโดยการพาสเจอไรส์ ดังนั้นจึงมักพบ ยีสต์ในอาหารกระป๋องที่ลืมนำเข้ากระบวนการให้ความร้อนหรือเกิดรูรั่ว บางครั้งจะพบว่าผลไม้กระป๋อง แยม เยลลี่ น้ำผลไม้ต่างๆ น้ำหวาน และนมข้นหวานเสียโดยเฟอร์เมนเททีฟยีสต์ทำให้กระป๋องบวมเพราะการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้ยังพบการเจริญของฟิล์มยีสต์บนผิวหน้าของเยลลี่ อาหารหมักดอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆ ซึ่งแสดงว่ามีการปนเปื้อนขึ้นภายหลังการให้ความร้อนหรือให้ความร้อนไม่เพียงพอหรือไล่อากาศออกจากกระป๋องได้ไม่หมด

- การเสียที่มีราเป็นสาเหตุ

รา มักเป็นสาเหตุให้อาหารกระป๋องที่ผลิตขึ้นในครัวเรือนเสียมากที่สุด สาเหตุเกิดจากราเข้าทางรูรั่วของภาชนะบรรจุ ราเจริญได้ในแยม เยลลี่ มามาเลตและอาหารอื่นๆ ได้แม้ว่าอาหารเหล่านี้จะมีน้ำตาลเข้มข้นถึง ร้อยละ 70 และมีความเป็นกรดสูงก็ตาม เคยมีผู้แนะนำว่าถ้าทำแยมมีน้ำตาลเข้มข้นร้อยละ 70-72 และมีกรดร้อยละ 0.8-1.0 จะสามารถหลีกเลี่ยงการเสียเนื่องจากราได้ *Aspergillus* และ *Penicillium* ชนิดที่พบในเยลลี่และน้ำผลไม้เข้มข้นจะสามารถเจริญในอาหารที่มีน้ำตาลเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 67.5 ได้ การทำให้อาหารเป็นกรดโดยมี พีเอช เท่ากับ 3 จะช่วยป้องกันการเจริญของราชนิดนี้ได้และถ้าให้อาหารได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที ก็จะทำลายราได้หมด ราบางชนิดทนความร้อนได้ดีพอสมควร เช่น พวกที่สร้างสเคอโรเทียมและ *Byssochlamys fulva* (ราที่ย่อยสลายเพคทิน) มีแอสโคสปอร์ที่ทนความร้อนได้จึงอาจเป็นสาเหตุให้น้ำผลไม้บรรจุกระป๋องเสีย

การเสียของอาหารกระป๋องอันเนื่องจากจุลินทรีย์กระป๋องอาจมีลักษณะบวมหรือไม่บวมก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำให้กระป๋องนั้นเสียนอกจากนี้แล้วส่วนประกอบของอาหารก็ต้องทราบส่วนประกอบหรืออาหารที่ทำการผลิตนั้นมีความเป็นกรดด่าง (พีเอช) เท่าใดเพื่อจะได้ใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อให้ถูกต้องและในทำนองเดียวกันถ้าอาหารนั้นเสียผู้ตรวจสอบก็จำเป็นต้องทราบว่าอาหารกระป๋องที่เสียนั้นมีความเป็นกรดด่างเท่าใด เพื่อเป็นข้อมูลว่าอาหารกระป๋องนั้นเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ประเภทไหน

ในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำมักจะเกิดการเสียแบบแฟลตซาวร์และแบบพิวทริแฟ็กชั่นอาหารที่มีความเป็นกรดปานกลางมักจะเสียแบบทีเอ อาหารที่มีความเป็นกรดมักเสียเนื่องจากมีการเจริญของแฟลตซาวร์แบคทีเรียพวก *Bacillus coagulans* และ *Clostridium* ชนิดย่อยน้ำตาลได้ส่วนอาหารที่มีความเป็นกรดสูงนั้นโดยทั่วไปแล้วมักจะไม่เสียเนื่องจากการเจริญของจุลินทรีย์ แต่เกิดการบวมเนื่องจากกรดในอาหารทำปฏิกิริยากับกระป๋อง (สุมาลี เหลืองสกุล, 2535 : 186-189)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

1. อาหารเสียก่อนผ่านความร้อน

อาหารกระป๋องเมื่อบรรจุแล้วไม่ นำไปผ่านความร้อนทันทีซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการผลิตอาหารชนิดนั้นต้องใช้เวลานานในการบรรจุหรือมีเครื่องฆ่าเชื้อไม่เพียงพอต้องวางอาหาร ที่บรรจุแล้วไว้ที่อุณหภูมิห้องนานเกินไปก่อนที่จะนำไปฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหาร จุลินทรีย์จะใช้เวลาในช่วงนั้นเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วและย่อยสลายสารอาหารทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพและเสียอาหารจะมีกลิ่นรสเปลี่ยนไป หลังจากที่อาหารเสียแล้วเมื่อนำไปฆ่าเชื้อก็เพียงแต่ทำลายแบคทีเรียเท่านั้น แต่ความเป็นจริงแล้วอาหารได้เสื่อมคุณภาพก่อน ที่จะผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

2. อาหารมีการปนเปื้อนแบคทีเรียหลังจากผ่านความร้อนแล้ว

อาหารที่มีการปนเปื้อนแบคทีเรียเกิดขึ้นหลังจากที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วนั้น เนื่องมาจากกระป๋องรั่วและสาเหตุของกระป๋องรั่วอาจเกิดจากกระป๋องมีลักษณะผิดปกติ มีรูรั่ว ปิดผนึกฝากระป๋องไม่แน่นสนิท ตะเข็บกระป๋องมีรอยรั่วหรือตะเข็บแตกหรือตัวกระป๋องมีรูเล็กๆ เกิดจากการขนส่งไม่ดีและน้ำที่ใช้ในการทำให้กระป๋องเย็นนั้นมีแบคทีเรียอยู่เป็นจำนวนมาก ในการวิเคราะห์คุณภาพอาหารกระป๋องถ้าพบว่าในอาหารกระป๋องมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่มากมายหลายชนิดทั้งรูปกลมและรูปแท่งพอจะสรุปได้ว่าการเสียของอาหารกระป๋องนั้นมีสาเหตุมาจากกระป๋องรั่ว

3. อาหารผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ

ถ้าพบว่ามีแบคทีเรียชนิดสร้างสปอร์ได้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กระป๋องในสภาพปกติ ตะเข็บกระป๋องไม่มีรอยรั่ว อธิบายได้ว่าอาหารกระป๋องเสียเนื่องจากการใช้ความร้อนในกระบวนการผลิตนั้นไม่เพียงพอ ซึ่งอาจเกิดจากวัตถุดิบมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่มากเกินไปหรือปล่อยให้อาหารที่บรรจุแล้วรอก่อนเข้าเครื่องฆ่าเชื้อไว้นานเกินไปจนกระทั่งจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในวัตถุดิบนั้นมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น การทำงานของเครื่องฆ่าเชื้อผิดปกติ เช่น เครื่องบันทึกอุณหภูมิและฆ่าเชื้อไม่ถูกต้องตามความเป็นจริงทำให้อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ ในบางครั้งมีการเปลี่ยนแปลงสูตรอาหารใหม่โดยที่ยังไม่ได้ทดลองและคำนวณค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปใหม่นั่นคือ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้สำหรับฆ่าเชื้อนั้นอาจไม่เพียงพอก็ได้ อาหารที่ผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอนับว่าเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องตรวจสอบให้ถูกต้องเนื่องจากอาจเกิดอันตรายจาก *Clostridium botulinum* ได้

4. อาหารมีการเจริญของ thermophile

โดยทั่วไปแบคทีเรียชนิดสร้างสปอร์และเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงจะมีสปอร์ที่ทนความร้อนได้ดีดังนั้น สปอร์ของ thermophile ที่ทนความร้อนได้ดีกว่าสปอร์ของ mesophile

จากคุณสมบัติของสปอร์ thermophile ที่ทนความร้อนได้ดีกว่าสปอร์ของ mesophile จึงมักพบว่าอาหารกระป๋องที่ผ่านความร้อนในระดับที่ทำลายสปอร์ของ mesophile นั้นยังคงมีสปอร์ของแบคทีเรียชนิดชอบความร้อนเหลืออยู่จึงทำให้อาหารเกิดการเสียจากแบคทีเรียชนิดดังกล่าวได้ผู้ประกอบการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารควรควบคุมให้ขั้นตอนการทำให้กระป๋องเย็นภายในเวลาอันสั้นไม่ควรให้กระป๋องอยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงนานเกินไป ซึ่งถ้าอาหารกระป๋องมีอุณหภูมิสูงจะเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียชนิดชอบร้อนได้และเป็นสาเหตุการเสียของอาหารกระป๋องในที่สุดและควรเก็บอาหารไว้ที่อุณหภูมิที่แบคทีเรียชนิดชอบร้อนไม่สามารถเจริญได้

เนื่องจากกระบวนการแปรรูปอาหารกระป๋องไม่สามารถทำลายสปอร์ของแบคทีเรียที่ทนความร้อนได้ ผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจาก thermophlie ให้มากที่สุด กล่าวคือ ควรเลือกใช้ส่วนผสมต่างๆ เช่น น้ำตาล แป้ง และเครื่องเทศที่มีคุณภาพดีไม่ควรมีแบคทีเรียชนิดทนความร้อนปนเปื้อนอยู่ด้วย หลังจากผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อแล้วควรแช่น้ำให้กระป๋องเย็นลงทันทีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 41 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ควรเก็บอาหารกระป๋องไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 35 องศาเซลเซียส ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้อาหารกระป๋องเสีย

ปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้อาหารกระป๋องเสียมีดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การตรวจสอบอาหารกระป๋อง

การผิดปกติของอาหารกระป๋องมีหลายแบบ เช่น การผิดปกติภายในกระป๋อง การบวมของอาหารกระป๋อง การบุบหรือการเกิดสนิมของอาหารกระป๋อง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการตรวจสอบทางเคมี กายภาพและจุลินทรีย์ จึงจะสามารถวินิจฉัยสาเหตุการเสื่อมเสีย วิธีการตรวจสอบได้แก่การทดสอบโดยการบ่มและการตรวจสอบหาสาเหตุของการเสื่อมเสีย

1. การทดสอบโดยการบ่ม

เมื่ออาหารกระป๋องได้ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อและทำให้เย็นแล้ว ควรสุ่มตัวอย่างของอาหารกระป๋องเก็บในตู้บ่มเชื้อ การสุ่มตัวอย่างมี 2 วิธี คือ การใช้ตัวอย่างจำนวนน้อยและการใช้ตัวอย่างจำนวนมาก ซึ่งวิธีนี้จะให้ผลที่แน่นอนกว่า อุณหภูมิที่ใช้บ่มขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อที่จะตรวจ เช่น เชื้อชนิดสร้างสปอร์ทนความร้อนได้ปานกลาง จะบ่มที่ 30-37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 14 วัน ส่วนเชื้อที่ทนความร้อนสูงจะบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 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 องศาเซลเซียส และอีก 2 หลอดบ่มที่ 55 องศาเซลเซียส 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 องศาเซลเซียส และอีก 2หลอดไปบ่มที่ 55 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) อาหารชนิดกรดสูง (พีเอช น้อยกว่า 4.5)

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

นอกจากเพาะเชื้อแล้ว อาจตรวจดูลักษณะของเชื้อได้โดยการย้อมสีด้วยเมทิลีนบลู แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

ก. วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

ส่วนผสมแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลือง

1. เนื้อปลาย่าง	100	กรัม
2. ยอด ดอกตูม ใบอ่อนของขี้เหล็ก	100	กรัม
3. น้ำนมถั่วเหลือง	200	กรัม
4. กระชาย	1½	ช้อนชา
5. พริกแห้ง	15	เม็ด
6. ข่า	1¼	ช้อนชา
7. ตะไคร้	1¼	ช้อนชา
8. หอมแดง	1¼	ช้อนชา
9. กระเทียม	1¼	ช้อนชา
10. กะปิ	1½	ช้อนชา
11. พริกไทยดำ	15	เม็ด
12. เกลือป่น	1¼	ช้อนชา
13. น้ำปลา, น้ำตาลปี๊บ	1½	ช้อนชา
14. น้ำใบย่านาง	100	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์

1. หม้อนึ่งไอน้ำร้อน (boiler)
2. รางไล่อากาศ (exhauster) เครื่องปิดผนึกฝากระป๋อง (seamer)
3. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (retort)
4. เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer) ขนาด 0-100 องศาเซลเซียส ชนิดปรอท
5. เครื่องชั่งพิกัด 500 กรัม
6. เครื่องปั่นละเอียด (blender)
7. กระป๋องเคลือบแลคเกอร์ (lacquer can) ชนิดกระป๋อง 2 ชิ้น ขนาด 307x113

ข. อุปกรณ์และสารเคมีในการทดสอบคุณภาพ

อุปกรณ์

1. ตู้บ่มเชื้อ (incubator)
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	3	แผ่น
4. ฟิล์มสี	1	ม้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการ

การวางแผนการวิจัย

การหาค่าความเป็นกรดด่างของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลือง เพื่อต้องการหาอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง ซึ่งมีวิธีการหาค่า พีเอช ดังต่อไปนี้

แกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองตามสูตรการผลิต นำส่วนเนื้อปลา ขี้เหล็ก รวมกัน 100 กรัม น้ำแกงขี้เหล็ก 100 กรัม นำมาปั่นพอละเอียด นำไปวัดด้วยเครื่องวัดความเป็นกรดด่าง ค่า พีเอช ของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองเท่ากับ 5.69 แสดงว่าแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองเป็นอาหารประเภทที่มีกรดต่ำ (low acid food) คือ อาหารที่มีค่า พีเอช สูงกว่า 4.6 ทำให้ต้องใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อสูงกว่า 117 องศาเซลเซียส เวลา 75 นาที ตามอ้างอิงของ คนิดา ราชปัก และดวงกมล เสริมสันติธรรม (2543, : 53)

การศึกษาขั้นตอนการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1. การศึกษาขั้นตอนการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องที่เหมาะสมและประเมินต้นทุนในการผลิต โดยทำการผลิตตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 การเตรียมเนื้อปลาย่าง นำปลาที่ย่างแล้วมาล้างให้สะอาด แกะเอาแต่เนื้อเป็นชิ้นๆ

1.2 แบ่งขี้เหล็กออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 นำใบขี้เหล็กขยำกับน้ำใบย่านาง ส่วนที่ 2 ต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด เวลา 3 นาที จำนวน 1 ครั้ง ส่วนที่ 3 ต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือดเป็นเวลา 3 นาที จำนวน 2 ครั้ง ตั้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ

1.3 การเตรียมเครื่องแกงขี้เหล็ก นำส่วนผสมของเครื่องแกงที่เตรียมไว้ ได้แก่ พริกแห้ง กระชาย ข่า ตะไคร้ หอมแดง กระเทียม พริกไทยดำ เกลือป่น มาโขลกรวมกัน จากนั้นจึงใส่กะปิ โขลกรวมกันให้ละเอียด

1.4 ใบย่านาง ล้างให้สะอาด นำมาปั่นกับน้ำสะอาด จากนั้นกรองเอาเฉพาะน้ำ

1.5 ใส่เครื่องแกงที่เตรียมไว้ในข้อ 1.3 ลงไปผสมกับน้ำนมถั่วเหลืองสำเร็จรูปและน้ำใบย่านางในข้อ 1.4 ปรุงรสด้วยน้ำตาลปี๊บ น้ำปลา ผสมให้เข้ากัน

1.6 บรรจุส่วนผสมที่เตรียมไว้ลงกระป๋อง ชั่งน้ำหนักแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองประมาณ 160 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 นำผ่านเข้ารางไล่อากาศ (exhauster) 1 รอบ เวลา 15 นาที เพื่อไล่อากาศภายในอาหารให้เป็นสุญญากาศมากที่สุด วัดอุณหภูมิใจกลางกระป๋องให้ได้ 80 องศาเซลเซียส ขึ้นไป

1.8 นำไปปิดผนึกด้วยเครื่อง double seamer การซ้อนกันของตะเข็บกระป๋องต้องเกินกว่า 45 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป

1.9 เช็ดทำความสะอาดภายนอกกระป๋องด้วยผ้าชุบน้ำสะอาด เรียงใส่ตะกร้าสำหรับเข้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (retort)

1.10 ฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่มีความดันสูง (อุณหภูมิ 117 องศาเซลเซียส เวลา 75 นาที ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว)

1.11 ทำให้เย็นทันที (cooling) ด้วยน้ำไหลผ่าน ที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์พวก thermophile และป้องกันการเกิดลักษณะ over cook ของผลิตภัณฑ์

1.12 ทิ้งไว้ 1 คืน เปิดกระป๋องแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองจากวิธีการผลิตที่แตกต่างกันทั้ง 3 วิธีการ คือ วิธีการที่ 1 ขี้เหล็กขยำกับน้ำใบย่านาง วิธีการที่ 2 ขี้เหล็กต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด 1 ครั้ง เวลา 3 นาที วิธีการที่ 3 ขี้เหล็กต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด 2 ครั้ง เวลา 3 นาที เพื่อต้องการนำวิธีการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องที่มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดีที่สุด

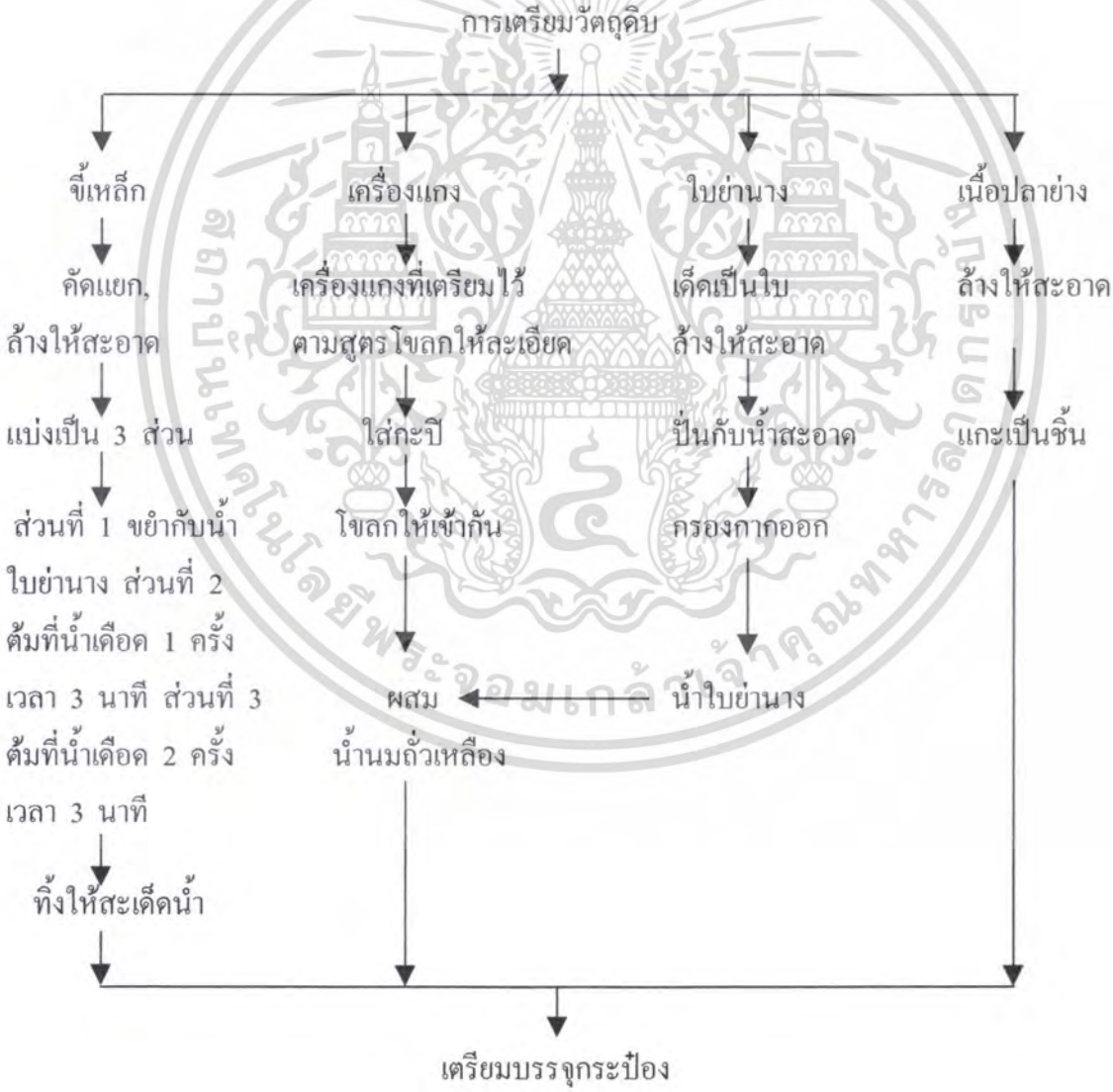
1.13 จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า แกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องวิธีการที่ 2 คือ ขี้เหล็กต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด 1 ครั้ง เวลา 3 นาที มีลักษณะทางประสาทสัมผัสดีที่สุด ดังนั้น จึงนำวิธีการที่ 2 มาทำการผลิตอาหารกระป๋องตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย

1.14 จากนั้นเพื่อตรวจสอบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์พวกที่ทนความร้อนได้สูง (thermophile) จึงนำตัวอย่างที่ผลิตได้จำนวน 10 กระป๋อง เข้าบ่มในตู้บ่มเชื้อ (incubator) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ส่วนตัวอย่างที่เหลือวางตั้งไว้ที่อุณหภูมิ ประมาณ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน โดยไม่ให้ถูกแสงแดด เมื่อครบกำหนดจึงนำไปตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพทางเคมี และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

1.15 คำนวณต้นทุนการผลิตต่อหน่วย (กระป๋อง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5 วัตถุดิบที่ใช้ผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

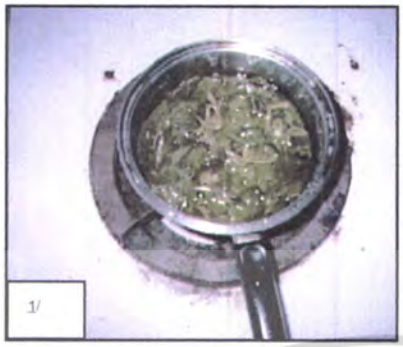


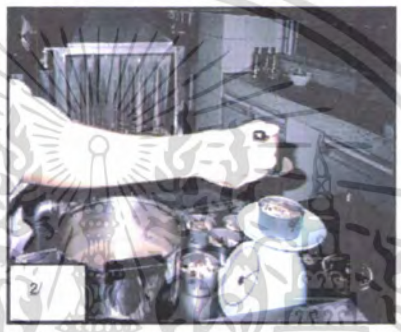
ภาพที่ 6 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบในการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7 ขั้นตอนการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ภาพที่ 8 ขั้นตอนต่างๆ ในการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

1/ ต้มขี้เหล็ก 2/ ชั่งและบรรจุกระป๋อง

3/ การไล่อากาศ 4/ วัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องภายหลังกระบวนการผลิต

ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง ขั้นตอนการตรวจสอบมีดังต่อไปนี้

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 บันทึกลักษณะภายในกระป๋อง โดยวัด gross headspace ซึ่งหมายถึงระยะทางตั้งแต่ผิวหน้าอาหารจนถึงขอบบนของกระป๋อง

2.4 ชั่งน้ำหนักสุทธิ (net weight) โดยนำกระป๋องเปล่าพร้อมฝามาล้างและเช็ดให้แห้ง อบให้แห้งสนิท ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำมาชั่งน้ำหนักของกระป๋องเปล่าแล้วนำมาหักจากน้ำหนักทั้งหมด ก็จะเป็นค่าน้ำหนักสุทธิ

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

2.6 ตรวจดูรอยซีดข่วน ลักษณะการฉาบดีบุกหรือแลคเกอร์ ตลอดจนการกัดกร่อนภายใน เป็นต้น

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

โดยการนำผลิตภัณฑ์แกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องที่ได้จากวิธีการผลิตและผ่านการตรวจสอบคุณภาพที่ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนหลงเหลืออยู่ ด้วยวิธีการบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 14 วัน และวางไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 32 องศาเซลเซียส โดยไม่ให้ถูกแสงแดด เป็นเวลานาน 14 วัน แล้วนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง ทั้ง 2 ตัวอย่าง ที่ทำการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาวิธีการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องและประเมินต้นทุนในการผลิต การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี และศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.1 ศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

วิธีการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องในการทดลองแบ่งการแกงขี้เหล็กออกเป็น 3 วิธีการ ดังนี้ วิธีการที่ 1 คือ นำขี้เหล็กขยำกับน้ำใบย่านาง 3 นาที วิธีการที่ 2 นำขี้เหล็กต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด 3 นาที 1 ครั้ง วิธีการที่ 3 นำขี้เหล็กต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด 3 นาที 2 ครั้ง ตั้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำขี้เหล็กที่ได้บรรจุใส่กระป๋อง รวมทั้งส่วนผสมทั้งหมด ได้แก่ ส่วนผสมของน้ำพริกแกงที่ปรุงรสแล้ว และเนื้อปลา ตามสูตร นำบรรจุใส่กระป๋องโดยการกำหนดสูตรการผลิตและควบคุมวิธีการผลิตทุกขั้นตอนให้เหมือนกัน ดังในภาพที่ 5

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องทั้ง 3 วิธีการ เพื่อทำการเลือกวิธีการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลือง โดยวิธีที่ยอมรับมากที่สุด คือ วิธีการที่ 2 ต้มขี้เหล็กที่อุณหภูมิน้ำเดือด 3 นาที 1 ครั้ง ทำให้ได้วิธีการแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องที่มีลักษณะดีที่สุด จากการตรวจสอบทางกายภาพ พบว่า อุณหภูมิใจกลางกระป๋อง ภายหลังจากการไล่อากาศในแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องทันทีที่ออกจากรางไล่อากาศ (exhaust box) 1 รอบ อุณหภูมิใจกลางที่วัดได้ 85 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในช่วง 80–85 ซึ่งตรงตามที่ ทนง ภักรัชพันธุ์ (2524, : 80-83) กล่าวว่า อุณหภูมิใจกลางของอาหารกระป๋องมีค่าระหว่าง 80-95 องศาเซลเซียส แสดงว่าจากการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง ผลการวัดค่าเป็นไปตามข้อมูลของ ทนง ภักรัชพันธุ์ ดังที่กล่าวไว้ ลักษณะภายนอกของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องมีลักษณะคือ ฝากระป๋องโค้งเว้าเข้าด้านในไม่บิดเบี้ยว ตัวของกระป๋องไม่โป่งพองหรือบุบดังที่ Heid และ Joslyn (1963, 149-150) กล่าวถึงลักษณะภายนอกของกระป๋องว่าฝากระป๋องโค้งเว้าเข้าด้านใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นลักษณะแสดงว่าอาหารภายในกระป๋องยังคงมีสภาพดีลักษณะของกระป๋องที่ดีเกิดจากสภาวะสุญญากาศภายในกระป๋องที่เหมาะสมการผลิตเป็นไปตามขั้นตอนของการผลิตอาหารกระป๋อง

4.2 การตรวจสอบคุณภาพของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องที่ผ่านการบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 14 วัน กับแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องที่ได้วางไว้สภาพบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิห้อง 32 องศาเซลเซียส เวลา 14 วัน

4.2.1 การตรวจสอบทางกายภาพแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

ผลตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 14 วัน และบ่มที่อุณหภูมิห้อง 32 องศาเซลเซียส เวลา 14 วัน ได้ผลการตรวจสอบดังต่อไปนี้ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการตรวจสอบคุณภาพแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องทางกายภาพ

ลักษณะที่ตรวจสอบ	อุณหภูมิที่ใช้ในการบ่ม	
	32 องศาเซลเซียส	55 องศาเซลเซียส
วันที่ผลิต (production date)	15/08/46	15/08/46
ขนาดกระป๋อง (size)	307x113	307x113
สุญญากาศ (vacuum, in.Hg)	13	14
ช่องว่างสุญญากาศ (head space, in)	5/32	6/32
น้ำหนักทั้งหมด (total weight)	200	200
น้ำหนักกระป๋อง (can weight, g)	40	40
น้ำหนักเนื้อ (drained weight, g)	100	100
น้ำหนักสุทธิ (net weight, g)	160	160
สี (color)	เครื่องแกงมีสีน้ำตาลอ่อน	เครื่องแกงมีสีน้ำตาลอ่อน
กลิ่น (smell)	หอมเครื่องแกง,ขี้เหล็ก, เนื้อปลา	หอมเครื่องแกง,ขี้เหล็ก, เนื้อปลา
รสชาติ (test)	เผ็ดและขมเล็กน้อย	เผ็ดและขมเล็กน้อย
สิ่งแปลกปลอม (extraneous matter)	-	-
สภาพกระป๋องภายนอก (can condition)	ฝากระป๋องโค้งเว้าเข้า ด้านในเล็กน้อยไม่บุบ ไม่มีสนิมและรอยขีดข่วน	ฝากระป๋องโค้งเว้าเข้า ด้านในเล็กน้อยไม่บุบ ไม่มีสนิมและรอยขีดข่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 9 การวัดค่าความเป็นสุญญากาศของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

จากตารางที่ 6 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ พบว่า สภาพกระป๋องภายนอกและภายในแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องมีสภาพปกติดี การตรวจสอบกระป๋องไม่บุบ ไม่มีสนิม หรือรอยขีดข่วน รอยแลคเกอร์ถลอก กระป๋องไม่โป่งพองออก ของทุกวิธีการผลิต (treatment) ฝากระป๋องมีลักษณะโค้งเว้าเข้าภายในเล็กน้อย ค่าความเป็นสุญญากาศของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง ค่าที่วัดได้ 13 และ 14 นิ้วปรอท ซึ่งค่าความเป็นสุญญากาศแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ค่าช่องว่างเหนืออาหาร (head space) ค่าที่วัดได้ 5/32 และ 6/32 นิ้ว ใกล้เคียงกัน มีค่าข้อมูลที่ ทนง ภัครัชพันธุ์ (2524 : 80–83) ได้กล่าวไว้ คือช่องว่างเหนืออาหารมีค่าประมาณ 6/32 นิ้ว จากผลที่ได้เป็นไปตามที่ ทนง ภัครัชพันธุ์ กล่าวไว้ การบรรจุแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองลงในกระป๋อง มีความเหมาะสมการบรรจุแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องทำให้เกิดค่าช่องว่างเหนืออาหารเป็นไปตามข้อมูลที่ ทนง ภัครัชพันธุ์ (2524 : 80–83) ได้กล่าวไว้ การตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมไม่พบสิ่งแปลกปลอมในแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องที่ทำการทดลองในห้องแปรรูปอาหาร

4.2.2 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องที่ผ่านการบ่มในตู้บ่มเชื้อ (incubator) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 14 วัน กับที่วางไว้ในสภาพบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิห้อง 32 องศาเซลเซียส เวลา 14 วัน เพื่อสังเกตการเจริญของจุลินทรีย์พวกที่ ทนความร้อนสูง (thermophile) และทำการตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (total soluble solid หรือ TSS) ของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง เพื่อตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ผลการตรวจสอบปรากฏผลต่อไปนี้ดังตารางที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10 ลักษณะภายในของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

ตารางที่ 7 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

ลักษณะที่ตรวจสอบ	วิธีการผลิต (treatment)	
	วิธีการผลิตที่ 1	วิธีการผลิตที่ 2
ความเป็นกรด-ด่าง (cut out pH)	5.61	5.59
เปอร์เซ็นต์ acidity (percent acetic acid)	1.68	1.66
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS)	10	10

จากตารางที่ 7 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง พบว่า

ค่าความเป็นกรด–ด่าง (พีเอช) ของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องทั้ง 2 วิธีการผลิต ค่าที่วัดได้ คือ 5.61 และ 5.59 ตามลำดับ แสดงว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารกระป๋องค่อนข้างจะเป็นกรดซึ่งค่าความเป็นกรดที่ได้ของทั้ง 2 วิธีการผลิตมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

ค่าความเป็นกรด (percent acidity) เมื่อเทียบกับกรดอะซิติก (percent acetic acid) ของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องทั้ง 2 ตัวอย่าง คือ วิธีการผลิตที่ 1 และวิธีการผลิตที่ 2 เปอร์เซ็นต์กรดที่วัดได้ เท่ากับ 1.68 และ 1.66 ตามลำดับ ค่าที่วัดได้มีค่าความเป็นกรดเพียงเล็กน้อยซึ่งเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดอาจจะเกิดจากกรดในใบขี้เหล็กซึ่งตามหลักความเป็นจริงแล้วขี้เหล็กจะอยู่ในกลุ่มอาหารที่เป็นกรด คือ อาหารที่มีค่า พีเอช ต่ำกว่า 4.6 ดังที่ คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (2543, : 128) กล่าวไว้

ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (total soluble solid, $^{\circ}$ brix) หรือ TSS ค่าที่วัดได้เท่ากันทั้ง 2 ตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 10 องศาบริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบความชอบหรือความพอใจ ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 10 คน ทำการทดสอบกับข้าวสวย ด้วยแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9–point hedonic scale ทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวม ของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องและแกงขี้เหล็กไม่บรรจุกระป๋อง (ตลาดสด) พบว่า

ผลการทดสอบคุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวม ของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องบ่มที่อุณหภูมิห้องในสภาพบรรยากาศปกติที่ 32 องศาเซลเซียส และของแกงขี้เหล็กไม่บรรจุกระป๋อง (ตลาดสด) ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องและแกงขี้เหล็กไม่ได้บรรจุกระป๋อง (ตลาดสด)

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	บรรจุกระป๋อง	S.D.	ไม่บรรจุกระป๋อง	S.D.
สี	6.9	1.44	6.9	1.44
กลิ่น	7.7	1.05	7.8	1.03
รสชาติ	6.9	1.37	7.0	1.05
ความชอบรวม	7.0	1.33	7.1	1.19

จากตารางที่ 8 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง พบว่า คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ การยอมรับรวม ของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องมีคะแนนเฉลี่ย 6.9-7.7 ซึ่งเป็นคะแนนในช่วงของการชอบปานกลาง ส่วนแกงขี้เหล็กที่ไม่ได้บรรจุกระป๋อง คะแนนเฉลี่ยโดยรวมมีค่า 6.9-7.8 จะเห็นได้ว่าแกงขี้เหล็กบรรจุกระป๋องมีการยอมรับใกล้เคียงกับแกงขี้เหล็กไม่ได้บรรจุกระป๋อง ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า แกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องนั้นเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 11 การเตรียมตัวอย่างแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส

4.3 การประเมินต้นทุนการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง

การผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง มีการประเมินต้นทุนรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิต เป็นค่าวัตถุดิบในการผลิต ค่าใช้จ่ายในด้านพลังงาน และค่าแรงงาน แต่ทั้งนี้ไม่คิดรวมต้นทุนคงที่ (ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอสังหาริมทรัพย์ เช่น ที่ดิน อาคาร โรงงาน สิ่งปลูกสร้าง และเครื่องมือเครื่องจักร เป็นต้น) และค่าเสื่อมราคาของอสังหาริมทรัพย์ พบว่าต้นทุนการผลิตแจกแจงรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 9 ต้นทุนการผลิตของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง (บาท/กระป๋อง)

รายการ	ต้นทุนการผลิต/กระป๋อง
วัตถุดิบและส่วนผสมแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลือง	4.00
กระป๋อง 2 ชิ้น และฝา (307 x 113)	3.00
พลังงานต่าง ๆ	3.45
ค่าแรงงาน	3.50
รวม	13.95

จากตารางที่ 9 ต้นทุนการผลิตของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง พบว่าต้นทุนการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง ราคา/กระป๋อง หรือราคาต่อหน่วย 13.95 บาท/กระป๋อง หากผู้ประกอบการธุรกิจในระดับอุตสาหกรรมผลิตอาหารกระป๋อง อาจลดต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ผลิตให้ต่ำลง เพื่อให้คุ้มต่อการลงทุนและได้ยอมรับจากผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาวิธีการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง โดยใช้วิธีการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลือง 3 วิธีการผลิต คือ วิธีการผลิตที่ 1 คือ วิธีการที่ 1 คือ นำขี้เหล็กขยำกับน้ำใบย่านาง 3 นาที วิธีการที่ 2 นำขี้เหล็กต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด 3 นาที 1 ครั้ง วิธีการที่ 3 นำขี้เหล็กต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด 3 นาที 2 ครั้ง จากการผลิตทั้ง 3 วิธีการผลิตและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า วิธีการผลิตที่ 2 ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากผู้บริโภค จากนั้นนำวิธีการผลิตที่ 2 มาผลิตอีก 1 ครั้ง เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน และตรวจสอบคุณภาพแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องภายหลังการผลิต ด้านคุณภาพทางกายภาพ ด้านคุณภาพทางเคมี รวมถึงการประคำนวณต้นทุนการผลิตเป็นราคาต่อหน่วยกระป๋อง (บาท / กระป๋อง) ได้ผลการทดลองดังนี้

การผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องการผลิตเป็นไปในทำนองเดียวกับการผลิตอาหารบรรจุกระป๋องที่มีกรดต่ำทั่วไป วิธีการไล่อากาศผ่านรางไล่อากาศ (exhaust box) 1 รอบ เวลา 15 นาที เพื่อให้อุณหภูมิในอาหารเกินกว่า 85–90 องศาเซลเซียส ฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่มีความดันสูง (retort) ด้วยอุณหภูมิ 117 องศาเซลเซียส เวลา 75 นาที ความดัน 15 ปอนด์ / ตารางนิ้ว ดังคำกล่าวของ คนิดา ราชปักและดวงกมล เสริมสันติธรรม (2543, : 53) ทำให้เย็นทันที (cooling) ด้วยน้ำไหลผ่านให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 45 องศาเซลเซียส แล้วเป่าลมเย็นหรือปล่อยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 คืน จนกระป๋องแห้งสนิทเพื่อไม่ให้กระป๋องเกิดสนิม ทำให้ได้แกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องมีคุณภาพดี รสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ลักษณะฝากระป๋องโค้งเว้าเข้าด้านใน ภายนอกกระป๋องไม่บุบ ไม่เบี้ยว กระป๋องไม่บวม

ด้านคุณภาพทางกายภาพและด้านคุณภาพทางเคมีของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง การตรวจสอบอยู่ในเกณฑ์ดี คือ สภาพกระป๋องภายนอกและภายในมีลักษณะไม่มีสนิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่พบรอยขีดข่วนหรือรอยถลอกของแลคเกอร์ของกระป๋อง กระป๋องไม่บุบ ไม่บวมหรือโป่งพองออก มีค่าสุญญากาศมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 13-14 นิ้วปรอท และช่องว่างเหนืออาหาร (head space) อยู่ระหว่าง 5/32-6/32 นิ้ว ปริมาตรการบรรจุของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องเหมาะสมกับขนาดของกระป๋องทำให้เกิดช่องว่างเหนืออาหาร (head space) ดังคำกล่าวของ ทนง ภัครัชพันธุ์ (2524 : 80–83) และไม่พบสิ่งแปลกปลอมใดๆ ด้านคุณภาพทางเคมี พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (พีเอช) ค่อนข้างเป็นกรด คือ มีค่า 5.61-5.59

มีค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเทียบกับกรดอะซิติก (percent acetic acid) พบว่า มีปริมาณกรด คือร้อยละ 1.68-1.66 และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (total soluble solid, ° brix) มีค่าเท่ากับ 10 องศาบริกซ์ แสดงว่า แกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้มาก

ในการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องจากวิธีการผลิตทั้ง 3 วิธีการผลิตข้างต้นส่วนใหญ่ผู้บริโภคหรือผู้ทดสอบให้การยอมรับแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากวิธีการที่ 2 มากที่สุด คือ แกงขี้เหล็กที่นำขี้เหล็กต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด 3 นาที 1 ครั้ง นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดย 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน ทางด้านสีกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวม พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับรวมทุกคุณลักษณะอยู่ระหว่าง 6.9-7.7 ซึ่งผู้บริโภคมีการยอมรับปานกลาง

ต้นทุนการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋องต่อหน่วย (บาท/กระป๋อง) ของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง ทั้งนี้ไม่รวมค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนคงที่ พบว่า ต้นทุนการผลิตมีราคาต่อหน่วย คือ 13.95 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปัญหาพิเศษเรื่องการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง ทำให้ทราบวิธีการผลิตที่เหมาะสมในการผลิต เพื่อให้เกิดการยอมรับจากผู้บริโภคต่อแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง การศึกษาทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ผู้ที่สนใจสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือศึกษาต่อจากปัญหาพิเศษเรื่องนี้ รวมถึงผู้ประกอบการอาหารกระป๋อง โดยผู้จัดทำให้ข้อเสนอแนะหรือข้อมูลเพิ่มเติมดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ควรทำการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง คือ การหลงเหลือของจุลินทรีย์ที่เกิดจากการฆ่าเชื้อ

2. การผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลือง ควรใช้ดอกขี้เหล็กแทนการใช้ใบขี้เหล็กเพราะทำให้น่ารับประทานมากกว่า

3. ในการผลิตขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง อาจะใส่เนื้อสัตว์ชนิดอื่นแทนเนื้อปลาเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และเพิ่มมูลค่าแก่สินค้า

4. สำหรับผู้ประกอบการที่สนใจในการผลิตบรรจุกระป๋องในระดับอุตสาหกรรม ควรระวังในกระบวนการผลิต คือ ขั้นตอนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ควรควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อให้เพียงพอต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์และสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

5. วัตถุดิบและส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตแกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลือง ควรใช้วัตถุดิบและส่วนผสมที่สด เครื่องเทศที่ใช้ควรใส่ตามอัตราส่วนที่กำหนด หากใส่มากจะทำให้มีกลิ่นที่ไม่น่ารับประทานของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

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

ก้อย แกง แจ่ว ซกเล็ก. : http:// www.isanqate.com/local/food-01.htm, 29 มีนาคม 2546.

คณะทำงานรวบรวมความรู้เกี่ยวผักในโครงการหนูรักผักสีเขียว. 2542. มหัสจรรย์ผัก. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล. 410 น.

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

คนิดา ราชปักและดวงกมล เสริมสันติธรรม. 2543. การหากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 53 น.

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

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

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

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

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

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

สมุนไพรดับกระหาย. : http:// www.adenshop.com/samoon/soy.htm, 29 มีนาคม 2546.

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

สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2541. สมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ดอกหญ้า. 102 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำนวย โชติญาณวงศ์. 2524. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ประมง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาผลิตภัณฑ์คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 92 น.

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

http: // www.healthnet.in.th/text/forum2/soilbean/, 20 กรกฎาคม 2546.

http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/st2545/5-4/no01/milk.html, 20 กรกฎาคม 2546.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 1-9 โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

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

ตัวอย่าง	กลิ่น	สี	รสชาติ	ความชอบรวม
615				
329				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด (percent acidity)

อุปกรณ์

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

สารเคมี

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

วิธีการ

1. ปั่นตัวอย่างอาหาร (แกงขี้เหล็กใส่น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุกระป๋อง) ให้ละเอียด
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 25 กรัม เติมน้ำกลั่นปรับให้ได้ 50 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง ใช้ปิเปตดูดขึ้นมา 10 มิลลิลิตร
3. ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 25 มิลลิลิตร หยดฟีนอร์ฟทาลีน (phenolphthalein) 2-3 หยด เป็น indicator
4. ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล (normality)
5. จดปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ นำไปคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด เมื่อเทียบกับกรดอะซิติก (percent acetic acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรการคำนวณ

Percent acidity

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

เมื่อ b : ปริมาตรทั้งหมดของสารละลายตัวอย่างที่เจือจาง (200)

c : ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างเจือจางที่ใช้ไตเตรท (10 มิลลิลิตร)

ค่ากรัมสมมูลย์ของกรดอะซิติก (acetic acid) = 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้